KOSMOS

GAMTOS IR ALIMŲ MOKSLŲ ILUSTRUOTAS MĖNRAŠTIS SU POPULARIU SKYRIUM

GAMTOS DRAUGAS

1929 m. Rugsėjo mėn. X metai, 9 Nr.

TURINYS:

(Kosmos 305—336 pusl.; Gamtos Draugas 121—136 pusl.).

V. Čepinskis, Laisva ir suvaržyta energija (Lietuvos Universiteto Rektoriaus prakalba per imatrikulacijos aktą 1929. IX. 16 d.) - 305
Pr. Dovydaitis, Kaip tiriama ir kas žinoma apie Žemės atmosferos aukščiausius sluoksnius? - - - - - - - - - - - - 327
Iš gamtininkų gyvenimo ir darbų:
Pr. Dovydaitis, Karl Giesenhagen (1860—1928) - - - - - - - 332
P. B. Šivickis, Edwin Ray Lankester (1847—1929) - - - - - - 333
Pr. Dovydaitis, 19-me šimtmety teko iš nauja apfikti, ką jau prieš 2000 m. buvo žinojęs Aristotelis - - - - - - - - 335
Mokslinio gyvenimo kronika:
K. Regelis, Pabaltijo kraštų botanikų-geografų sąjunga - - - - 336
*
* *
K. Sleževičius, Meteoritą Lietuvoj suradus - - - - - - - - - 121
B. Kodatis, Praktiški pamokymai, kaip reikia meteorai stebėti (su 2 pav.) - - - - - - - - - - - - - - - - - - - 122
P. B. Šivickis, O tu, varna, varna! (su 4 pav.) - - - - - - - - 132

KAUNAS 1929.

„KOSMOS"

nuo 1929 m. eina su ilustruotu populariu skyrium **„Gamtos Draugas"**, skiriamu gamtai ne tik pažinti, bet ir jai pamylėti bei globoti.

„Kosmos" aktualiai informuoja apie šių dienų lėkte lekiančią gamtos mokslų pažangą ir jų taikinimą gyvenimui.

„Kosmos" yra laisvų moksliškų diskusijų organas; jis deda visus straipsnius pačių autorių atsakumu; jis neskelbia tik vienašališkų nuomonių ar teorijų.,

„Kosmo" š. m. Sausio — Rugsėjo mėn. NN se (336+136 pusl.) įdėti straipsniai: *mok. Abramavičiaus, prof. Avižonio, prof. Butkevičiaus, prof. Čepinskio, doc. Elisono, prof. Ivanausko, Dro Jasaičio, prof. Jodelės, dipl. Jurkaus, Dro Juškos, doc. Kodačio, prof. Kolupailos, doc. Končiaus, prof. Lašo, mok. Michnevičienės asist. Minkevičiaus, dipl. Natkevičaitės, asist. Ošmiano, doc. Pakšto, Dro Pakucko, Dro Puodžiukyno, prof. Purėno, prof. Regelio, prof. Rudzinskio, Dro Slavėno, prof. Sleževičiaus, prof. Šivickio, doc. A. Vaškevičaitės* ir *prof. Vilkaičio*; taip pat vertimai iš *Adams'o, Arnoldžio, Diener'io, Frisch'o, Freitag'o, Hinzė's, Lloyd'o, Penck'o, Searles'o* ir k. Be to, vis eina mokslinio darbo kronika ir įvairenybės.

„Kosmo" artimiausiuose NN-se eis: *Drevermano* apie amerikiečių paleontologines ekspedicijas į Centrinę Aziją ir jų nuostabius radinius (dinozaurų kiaušinius ir k.; gausiai ilustruota), *Purėno* dėliai chemijos terminologijos lietuvių kalba, *Sleževičiaus* apie Lietuvos triangulaciją, *Šivickio* apie dvynių kilmės problemą, apie gintaro kasyklas Lietuvoj, apie *Cyprea* Lietuvoj ir k., *Kolupailos* apie Vezuvijų, *Olšausko* apie atmosferą, *Kulvinsko* iš šių dienų radiotechnikos, *Dalinkevičiaus* Lietuvos geologijos išdėstymas ir k., Toliau — eilė straipsnių apie gyvijos evolucijos klausimus, k. a., verstiniai: *Bateson'o* apie evolucionistinį tikėjimą ir šių dienų abejojimus, *Bertalanffy'o* apie šių dienų evolucijos problemos būklę, *Brankos* apie gyvijos plėtojimosi problemą, ir originaliniai: *Blažio* apie įgytų savybių paveldėjimą patologijos atžvilgiu, *Landau'o* atsakymas savo oponentams diskusijose, kilusiose Kauno Medicinos Draugijoje, *Dovydaičio* apie Paulių Kammerer'į ir jo tragizmą kovoj del įgytų savybių pavaldumo ir apie šių dienų evolucionistų svyravimus žmogaus kilmės klausimu ir k. Verstinių straipsnių dar numatyti: *Jeans'o* apie visatos praeitį ir ateitį, *Gockel'io* pasaulio amžinybės kritika fizikos požvilgiu, *Kuhn'o* apie dabarties chemiją ir ateities biologiją.

„Kosmo" su **„Gamtos Draugu"** 1929 m. prenumeratos kaina: Lietuvoj (taip pat Latvijoj, Estijoj, Vokietijoj): visų mokyklų moksleiviams, studentams ir kariams—metams 20 litų, pusei metų 10 litų; visiems kitiems metams 25 litai, pusei metų 14 litų. Kitur užsieniuose metams 30 litų.

Prenumeratos pinigus siųsti adresuojant:

„Kosmo" administracijai Kaune, Ukmergės pl. 38 B.

Dar yra nedidelis skaičius ir praeitų metų **„Kosmo"** pilnų komplektų šiąja kaina: 1928 m. 25 lt., 1927 m. 20 lt., 1926 m. 20 lt., 1925 m. 18 lt., 1924 m. 15 lt., 1922—23 m. 10 lt., 1920—21 m., vienerios knygos (nepilnas kompl.) 8 lt.

Atsiunčiant 1 litą pašto ženklais, pasiunčiama pasižiūrėt įvairių pavyzdžių ir kai kurių metų „Kosmo" turiniai.

Redaktorius ir leidėjas: Profesorius **Pr. Dovydaitis**,
Kaunas, Ukmergės plentas 38 B. Tel. 14-04.

Laisva ir suvaržyta energija.

Lietuvos Universiteto Rektoriaus
Profesoriaus V. Čepinskio prakalba,
pasakyta per imatrikulacijos aktą 1929 m. Rugsėjo mėn. 16 d.

Didelė fizikos ir chemijos praktiška reikšmė yra ta, kad tie mokslai nurodo būdus, kaip gauti naudingą žmogui darbą iš įvairių energijos rūšių. Tai reiškia atpalaiduoti žmogų nuo sunkaus fizinio darbo, atliekant šitą darbą įvairių gamtos jėgų pagalba. Žmogus tik tiek pasiekia tobulesnio ir gražesnio gyvenimo, kiek jis įsigyja išminties, o išminties jis gali įsigyti tik tiek, kiek jis turi atliekamo laiko. Tai senai jau žinomas dalykas ir gražiai išreikštas šiais Ekleziasto žodžiais: „Kaip gali įsigyti išminties tas, kuris traukia arklą, arba tas, kuris didžiuojasi savo gyvulių ganytojo ilga lazda su aštriu galu (gyvuliams badyti), kuris ganioja bulius ir dalyvauja tų bulių darbuose ir kuris sugeba kalbėti tik apie bulius bei veršius". Ir toliau tas pats Ekleziastas priduria: „Mokslininkui išmintis ateina tik atliekamu laiku, ir tik tas, kuris turi maža darbo, taps išmintingu".

Mes čia susirinkome šiandien ir seni ir jauni universitetiniam darbui pradėti, kurio svarbiausias tikslas yra įsigyti šiek tiek išminties. Tat, dirbant šitą išminties įsigijimo darbą, mums bus labai naudinga atsiminti pacituotus čia Ekleziasto žodžius. Aš nemanau, kad kas nors suprastų tuos Ekleziasto žodžius taip, kad už vis greičiau išminties įsigyti gali tinginys. Ekleziasto minties esmė yra ta, kad jeigu žmogus yra tiek apkrautas rutinos darbais, jog visai neranda laiko pagalvoti apie savo gautus įspūdžius ir įgytus patyrimus, sutvarkyti ir suvirškinti suteiktas jam žinias ir aplamai sutvarkyti savo intelekto turinį, tai toksai žmogus niekuomet neįsigis išminties ir nepareikš jokios kūrybos. Aš noriu tuo pasakyti, kad ir jūs, jauni kolegos, neįsigysite išminties Universitete, jeigu jūsų visas darbas čionai bus tik pasivus paskaitų klausymas, privalomų rutinos darbų įvairiose Universiteto įstaigose atlikimas ir sportas arba šokiai atliekamu laiku. Išmintis ateis jums tik tada, kada jūs patys atliekamuoju laiku skaitysite, rašysite ir galvosite, diskutuosite tarp savęs ir su savo senesniais kolegomis įvairias gamtos bei gyvenimo problemas ir nebepasitenkinsite vien tik savo siauru specialybės darbu, o ieškosite santykių tarp įvairių gyvenimo sričių, atsimindami poeto žodžius:

„Wie alles sich zum Ganzen webt,
Eins in dem andern wirkt und lebt"

(kaip visa kas pasauly yra susiję, kaip vienas dalykas veikia ir gyvena kitame dalyke).

Didelė ir gili Ekleziasto žodžių tiesa liečia bet kurios mokslinės problemos atsiradimą ir išsprendimą. Taigi, liečia ir tą problemą, kurią aš pasiėmiau mano šios dienos paskaitos tema, būtent, apie laisvą ir suvaržytą pasaulio energiją.

Aš turiu garbės dėstyti Lietuvos Universitete fizinę chemiją, kurios pagrindinys uždavinys yra nustatyti santykius tarp cheminės energijos ir kitų energijos rūšių. ir tokiu būdu prieiti prie supratimo to, ką chemikas

vadina cheminiu giminingumu. Tai yra sena sąvoka. Jos autorius — vienas didžiausių vidurinių amžių alchemikų, Albertas Didysis (Albertus Magnus 1193—1282), buvęs Ratiboro vyskupu, bet didžiąją savo gyvenimo dalį praleidęs Kolonijoje (Kelne) domininkonų vienuolyne, kur jis užsiėmė teologijos, filosofijos bei alchemijos studijomis, ir tiek vaisingai, kad įsigijo garbingą titulą „Doctor Universalis".

Albertas Didysis manydamas, kad jungiasi tarp savęs tik tokie kūnai, kurie turi ką nors bendra arba yra panašūs, laikė šitą kūnų panašumą, arba giminingumą, įvairių cheminių reakcijų priežastimi. Mes šiandien žinome, kad daug smarkiau ir daug dažniau jungiasi tarp savęs priešingos prigimties kūnai. Taigi, cheminio giminingumo sąvoka yra netiksli. Tos sąvokos antropomorfiška kilmė yra neabejotina, kaip ir kitų mokslo sąvokų, bet jos turinys šiandien griežtai skiriasi nuo to turinio, kuris jai buvo suteikiamas alchemikų. Alberto Didžiojo autoriteto paveikti mes ir šiandien vadiname cheminiu giminingumu įvairių cheminių reakcijų priežastį. Bet šiandien mes suprantame tą cheminį giminingumą kaip cheminės energijos potencialą ir stengiamės suprasti cheminio giminingumo esmę nustatydami kiekybinius santykius tarp cheminės energijos ir kitų energijos rūšių. Šitas cheminių reakcijų tyrimo metodas yra vadinamas termodinaminiu metodu [1]; jis neduoda mums reakcijų mechanizmą suprast, bet už tat jis yra visai nepriklausomas nuo mūsų hipotezių apie materijos struktūrą, ir nuo įvairių dinaminių modelių, kuriais mes stengiamės išaiškinti tuos ar kitus cheminius procesus. Dinaminio modelio, arba paprastai dinaminis, metodas yra žymiai vaizdingesnis ir turi didesnės heuristinės vertės. Bet jo pagrindas nėra pakankamai tvirtas todėl, kad mūsų pažiūros į materijos struktūrą nuolat keičiasi. Tikrenybėje tenka naudotis ir vienu ir antru metodu, ir todėl išdėstydamas čionai termodinaminę cheminio giminingumo teoriją aš priverstas būsiu laikas nuo laiko griebtis ir dinaminio metodo pagalbos.

Aš čia visiškai neliesiu, kaip plėtojosi cheminio giminingumo koncepcija iki energijos tvarumo dėsnį paskelbiant. Taip pat aš neliesiu naujausios elektrinės cheminio giminingumo teorijos, nes tai teorijai kol kas sunku dar konkuruoti su termodinamine teorija.

Energijos tvarumo dėsnio esmė yra ta, kad vykstant visokeriopoms atmainoms toje ar kitoje izoliuotoje kūnų sistemoje, vienos energijos rūšys virsta kitomis, bet visos sistemos energijos kiekis pasilieka be atmainos. Pažymėsime visą vidaus sistemos energiją ženklu U. Tegu, pereinant tai sistemai iš vienos padėties į kitą padėtį, suma visų mechaniškų efektų bus A ir suma visų kitų efektų bus Q. Kadangi visokios energijos rūšys labai lengvai virsta šilima, tai tuos visus kitokius efektus mes galime išreikšti kaipo šilimos efektą Q. Tad energijos tvarumo dėsnis, arba pirmasai termodinamikos dėsnis, sako, kad $U = A - Q$ (1) [2].

Šitas dėsnis visų pirma yra išdava neigiamo žmonijos patyrimo, kad vad. Perpetuum Mobile yra negalimas, t. y. negalima tokia mašina, kuri būtų darbo išteklium, pati neaikvodama jokios energijos, vadinasi, kuri iš nieko tvertų darbą. Taigi, pirmasai termodinamikos dėsnis ir sako, kad energija yra toks

[1] Termodinamika (nuo žodžio „termos" — šilima) atsirado iš šilimos mašinų tyrinėjimų. Bet šių dienų termodimika apima visų energijos rūšių transformacijas.

[2] Gautas iš sistemos darbas ir jos atiduota šilima priimta žymėti priešingais ženklais.

amžinas dalykas, kurio nei panaikinti nei sutverti negalima. Reikia tačiau pasakyti, kad klasikinė mechanika prieina prie šito dėsnio dedukcijos keliu, išeidama iš to, kad suma potencinės ir kinetinės energijos bet kurios izoliuotos sistemos yra pastovus dydis ir kad šilima yra mažiausių kūno dalelių, molekulių, kinetinė energija. Taigi, šita prasme ir sakoma, kad energijos tvarumo dėsnis yra tokios pat rūšies, kaip ir visi kiti mechanikos dėsniai. Vadinasi, tvirtai nustatytas mechanikoje priežastingumo principas ir mechaniškų įvykių determinizmas charakterizuoja ir energijos tvarumo dėsnį.

Nuo 1850 metų, kada įsigalėjo energijos tvarumo dėsnis, fizikai ir chemikai uoliai ima sekti kiekybiškai įvairių chemiškų reakcijų atpalaiduojamą arba absorbuojamą šilimą. Dalykas tas, kad chemiška energija labai lengvai virsta šilima ir todėl nenuostabus fizikų ir chemikų įsitikinimas, kad tarp cheminės energijos ir šilimos veikia ypačiai intimūs santykiai. Iš daugybės panašių tyrinėjimų atsiranda termochemija, mokslas apie cheminių reakcijų šilimos efektus. To mokslo kūrėjais reikia laikyti danų fiziką Thomsen'ą ir prancūzų chemiką Berthelot'ą Tasai mokslas sudaro labai svarbų fizinės chemijos skyrių.

Remdamiesi termochemijos daviniais, Thomsen'as ir Bethelot'as abudu linkę laikyti reakcijos cheminio giminingumo matu tos reakcijos atpalaiduojamą šilimos kiekį. Mechanikoje kalbama apie kūnų sistemos pusiausvirą tuomet, kada tos sistemos potencinė energija pasiekia minimumą. Kada ta ar kita cheminė reakcija eina iki galo, tai pasiekta padėtis yra pusiausviros padėtis. Kadangi, kaip jau anksčiau pasakyta, einant mechanine šilimos teorija, šilima yra kinetinė molekulių energija, tai šilimos maksimumas reiškia kinetinės energijos maksimumą ir todėl potencinės energijos minimumą. Taip samprotaudamas, Berthelot'as ir prieina prie savo darbo principo maksimumo, kurį jis formuluoja taip: „Bet kuri cheminė reakcija, kuri savaimi eina iki galo be išorinės energijos intervencijos, stengiasi sudaryti tokią medžiagą arba tokių medžiagų sistemą, kuri atpalaiduoja maksimalinį šilimos kiekį".

Iš to, kad Berthelot'as savo dėsnį pavadino darbo maksimumo principu, aišku, kad jis manė, jog visa reakcijos šilima gali būti paversta darbu. Taigi, Berthelot'o principas duoda atsakymą į labai svarbų klausimą, kuria kryptimi vyksta spontaniniai cheminiai procesai. Pagal Berthelot'ą, išeina, kad chemiški procesai savaimi vyksta tik viena kryptimi: šilimos maksimumo atpalaidavimo kryptimi arba darbo maksimumo atlikimo kryptimi. Bet čia mes tuojau susiduriame su faktais, kurie prieštarauja tokiam principiu. Mes žinome visą eilę fizinių-cheminių procesų, kurie vyksta savaimi absorbuodami šilimą. Pavyzdžiui, ledas, apibertas druska, savaimi tirpsta absorbuodamas šilimą. Aplamai, visi šaldymo mišiniai yra tokios rūšies procesai. Taip pat fosfonio chloridas PH_4Cl savaimi skyla (disociuoja) į PH_3 ir HCl absorbuodamas šilimą. Galop, mums žinomos ir tokios cheminės reakcijos, kurios tąja pačia temperatura gali eiti viena kryptimi ir priešinga kryptimi, t. y. savaimi vyksta arba palaisvindamos šilimą arba absorbuodamos šilimą. Su visais šitais faktais Berthelot'o principas nesuderinamas.

Bet ir atpalaiduota šilima tiktai tam tikrais išimtinais atsitikimais visa gali būti paversta darbu.

Tam tikromis sąlygomis, perskyrus erdvėj reaguojančias medžiagas bei reakcijos produktus ir vartojant tokias medžiagas, kurios ar tai tirpdamos, ar tai aukštos temperaturos poveikiu duoda ionus, galima iš cheminės energijos gauti elektros energiją. Tokios sistemos vadinasi galvaniniais elementais ir yra ne kas kita, kaip žmogaus konstruoti mechanizmai elektros energijai gauti iš cheminės energijos. Pavyzdžiui, jeigu paimti bandymo vamzdely gražios mėlynos druskos vario sulfato tirpalą ir įmest į tą tirpalą cinko gabaliuką, tai cinkas pakeis varį (įvyks pakaitos reakciją) ir atsipalaiduos tam tikras šilimos kiekis, iš kurio mes jokio darbo negausime. Bet mes galime tą pačią pakaitos reakciją varyti kitaip. Mes imame stiklinę, pripildome ją vario sulfato tirpalu ir įkišame į tą tirpalą cilinderį iš vario skardos. Į tą cilinderį įdedame cilinderį iš silpnai apdeginto kaolino, pripiltą cinko sulfato tirpalo, į kurį įleista cinko plokštelė. Sujungę vario cilinderį su cinko plokštele mes gauname elektros srovę, kuri, eidama per sujungimo vielą, tą vielą įkaitina. Vadinasi, ir čia, tik netiesioginiu keliu, cheminė energija virsta šilima. Bet mes galime vario ir cinko plokšteles prijungti storomis vielomis prie nedidelio elektros variklio. Tada vyksta ta pati pakaitos reakcija ir suka mūsų variklį. Vadinasi, vietoj šilimos mes čia iš cheminės energijos gauname mechanišką darbą. Taigi, pasigaudami galvaninių kombinacijų mes visuomet galime išmatuoti cheminės reakcijos mechaninį efektą ir sulyginti tą efektą su kalorimetriniais matavimais nustatyta reakcijos šilima. Tokiu būdu mes galime patikrinti Berthelot'o darbo maksimumo principą.

Paminėta čia pakaitos reakcija $Zn + CuSO_4 \rightleftarrows ZnSO_4 + Cu$ yra Danielio elemento reakcija. Pažymėsime tos reakcijos atpalaiduotą šilimą ženklu Q ir Danielio elemento išmatuotą elektrovaromąją jėgą ženklu E. Šilima išreikšta kalorijomis, o elektrovaromoji jėga voltais. Kada 1 gr. atomas cinko pakeičia 1 gr. atomą vario, tai, einant Faraday'aus elektrolizės dėsniu, 2 F[1] faraday'jų teigiamos elektros pereina per vielą nuo vario elektrodo į cinko elektrodą ir pačiam elemente nuo cinko į varį. Taigi, atpalaiduota elektros energija elektrovaromosios jėgos E voltų yra 2FE voltkulonų, arba joulių (tark: džuolių). Ta energija atsiranda Q kalorijų šilimos sąskaiton arba sąskaiton 4,19 Q joulių šilimos, nes viena kalorija yra lygi 4,19 joulių. Taigi, jeigu galioja Berthelot'o principas, tai $2FE = 4{,}19\,Q$ ir iš čia $E = \frac{4{,}19\,Q}{2F}$. Tokiu būdu iš reakcijos šilimos Danielio elemento suskaičiuotoji elektrovaromoji jėga yra 1,09 voltų, o išmatuota 1,1 voltų. Taigi, Danielio elementas iš tikrųjų paverčia beveik visą reakcijos šilimą elektros energija, o toji energija gali būti visa paversta mechanišku darbu. Vadinasi, Danielio elementui galioja Berthelot'o principas. Taip pat jis galioja ir švino akumuliatoriui, antriniam galvaniniam elementui, kuris turi ne tik teorinės, bet ir technikinės reikšmės. Yra ir dar visa eilė galvaninių elementų, kuriuose beveik visa atpalaiduota reakcijos šilima virsta elektros energija ir todėl gali būti paversta darbu. Bet daug daugiau žinoma atvejų, kuriais Berthelot'o principas negalioja. Už vis daugiau tokių atvejų yra ten, kur gautas mechaniškas darbas yra mažesnis kaip reakcijos šilima. Žymiai mažiau yra tokių atvejų, kur toksai darbas yra didesnis kaip reakcijos šilima. Taigi išeina, kad pasirėmus

[1] F = 96540 elektros kulonų.

Berthelot'o principu tiktai kai kuriais atvejais galima iš reakcijos šilimos suskaičiuoti elektros varomąją jėgą. Didžiajai daugumai atvejų reikėjo surasti kitą formulę arba atatinkamai pakeisti Berthelot'o principą. Tai ir atliko du dideliu fiziku: amerikietis W i l l a r d'as G i b b s'as 1859 metais ir, kadangi jo darbai ilgą laiką Europoje nebuvo žinomi, nepriklausomai nuo jo tatai atliko ir vokietis H e r m a n a s H e l m h o l t z'as 1882 metais.

Helmholtz'as mano, kad bet kurios sistemos vidaus energija U susideda iš dviejų dalių: iš laisvos energijos F, kuri, keičiantis sistemai, gali būti paversta darbu, ir iš suvaržytos energijos G, kuri negali būti paversta darbu ir pasilieka šilimos pavidalu. Taigi, anot Helmholtz'o, $U = F + G$ (2), ir maksimalinis darbas, kuris galima gauti keičiantis sistemai, yra lygus laisvos energijos atmainai (laisvos energijos sumažėjimui). Vadinasi, ne visa reakcijos atpalaiduota šilima yra chemiško giminingumo matas, kaip mano Berthelot'as, bet tik laisvos energijos atmaina, ir fiziniai cheminiai procesai savaimi vyksta visuomet viena linkme, būtent, laisvos energijos mažėjimo linkme. Yra procesų, kurie savaimi vyksta absorbuodami šilimą, pavyzdžiui, garavimas. Vadinasi, garų 1 gr. molekulės vidaus energija yra didesnė, kaip 1 gr. molekulės skysto vandens toj pačioj temperaturoj, bet laisva garų energija yra mežesnė, kaip vandens laisva energija, ir todėl garavimas gali būti darbo išteklium.

Laisva sistemos energija dažnai vadinama tos sistemos nuolatinio turio termodinaminiu potencialu. Čia turima galvoje tokios rūšies cheminės reakcijos, kurioms vykstant sistemos tūris nesikeičia.

Chemikui, kuris projektuoja kokį nors naują sintezį, svarbu iš anksto žinoti, ar jo sumanytos reakcijos galimos ar ne, kad jo darbas nebūtų bergždžias, kad nebūtu nenaudingo energijos, laiko ir lėšų gaišinimo. Savaimi reakcijos vyksta, kaip jau pasakyta, laisvos energijos mažėjimo linkme, ir juo smarkiau, juo tas laisvos energijos mažėjimas bus didesnis. Chemikas gali iš anksto suskaičiuoti laisvos energijos atmainos didumą ir tos atmainos ženklą, jeigu jis žino vidaus energijos ir suvaržytos energijos atmainas, nes laisvos energijos atmaina yra lygi vidaus energijos atmainai minus suvaržytos energijos atmaina. Vidaus energijos atmaina reakcijos nuolatinio tūrio yra lygi reakcijos šilimai, kuri gali būti išmatuota kalorimetru. Taigi, pasilieka tik surasti suvaržytos energijos atmaina.

Kad susipažintume su sąlygomis, kuriomis energija būna suvaržyta ir aplamai su suvaržytos energijos prigimtimi bei matematine išraiška, mums teks čia padaryti trumpą apžvalgą antrojo energijos, arba termodinamikos, dėsnio ir kai kurių iš jo išvadų.

Antrasai termodinamikos dėsnis atsirado iš pastangų patobulinti garinę mašiną, o išvados iš to dėsnio sudaro tvirčiausį fizinės chemijos pagrindą. Gal kam ir keista atrodo, kad garinės mašinos teorija yra susijusi su cheminio giminingumo teorija. Bet taip iš tikrųjų yra.

Garinė mašina buvo surasta labai netobulu pavidalu paprasto anglių kasyklų darbininko N e w c o m e n'o 1705 metais. Anglija šių metų vasarą iškilmingai paminėjo Newcomen'ą, sukakus 200 metų nuo jo mirties dienos. 1768 metais mokytas mechanikas J a m e s W a t t'as sukonstruavo garinę mašiną tobulesniu pavidalu. Bet tos mašinos našumas buvo mažas, nes jos pagalba galima buvo paversti naudingu žmogui mechanišku darbu ne

daugiau, kaip 8—10% potencinės cheminės anglies energijos. Suprantama todėl, kad technikai ir inžinieriai iš pat pradžios buvo susirūpinę pakelti garinės mašinos našumą. Šita problema parūpo ir jaunam prancūzui Sadi Carnot'ui (1796—1832), sūnui garsaus karo inžinieriaus Lazaro Carnot'o, kuris buvo didžiosios Prancūzų revolucijos kariškų pajėgų organizatorius ir Napoleono I karo ministeris.

Sadi Carnot'as studijavo Paryžiaus Politechnike, bet jo nebaigė ir stojo į kariuomenę. Čia jis turėjo progos aplankyti Vokietiją ir susipažinti su Vokietijos kultūra bei mokslu. Galop, jaunas leitenantas Carnot'as susidomėjo garinės mašinos problema ir pastatė sau uždavinį surasti, kokiomis sąlygomis iš tam tikro šilimos kiekio galima gauti maksimalinį darbo kiekį. Savo ilgų teorinių tyrinėjimų vaisius jis paskelbė nedidelės brošiūros pavidalu su antrašte: „Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance“, par S. Carnot, Ancien élève de l'école polytechnique“. (Samprotavimai apie ugnies varomąją pajėgą ir apie mašinas, tinkamas tai pajėgai išplėtoti, parašė S. Carnot, buvęs Politechniko mokinys).

Reikia turėti galvoje, kad Carnot'as veikė tais laikais, kada dar nebuvo nustatytas energijos tvarumo dėsnis ir mechaninė šilimos prigimtis. Carnot'as laikėsi dar senų pažiūrų ir manė, kad tikra priežastis visokeriopų šilimos reiškinių yra ypatingas, lengvas skysčius, kalorikas. Jis visųpirma iš analogijos su skysčiais konstatuoja, kad šilima gali būti darbo išteklium tik tada, kada ji juda, pereidama savaimi iš aukštesnės temperatūros kūno į žemesnės temperaturos kūną, nelyginant kaip ir vanduo atlieka darbą krisdamas iš aukštesnės į žemesnę vietą. Niekuomet šilima savaimi negali pereit iš kūno žemesnės temperaturos į kūną aukštesnės temperaturos. Toksai perėjimas galimas tiktai tam tikro mechaniško darbo sąskaiton, lygiai kaip ir vanduo savaimi negali pakilt iš slėnio į kalną. Kad pakeltum tam tikrą vandens kiekį į aukštesnę lygmę, reikia atlikti tam tikras darbas. Garinė mašina ir yra tokios rūšies kūnų sistema, kur šilima savaimi pereina, atlikdama darbą nuo kūno aukštesnės temperaturos (garų cilinderis) į kūną žemesnės temperaturos (šaldytuvas, kondensatorius). Carnot'as pirmutinis konstatuoja, kad jeigu šilima savaimi galėtų pereit iš žemesnės temperatūros kūno į aukštesnės temperaturos kūną, tai galima būtų konstruoti tokią mašiną, kuri galėtų veikti vienodai temperuotų kūnų šilimos sąskaiton. Aprūpinus, sakysime, tokia mašina garlaivį, tasai garlaivis plauktų iš Klaipėdos į Ameriką vandenyno šilimos sąskaiton, aeroplanas skristų ore oro šilimos sąskaiton; o vandenyno ir oro šilimos kiekiai yra begalo dideli, žmogui neišsemiami. Tai būtų taip pat Perpetuum Mobile, tiktai antros rūšies, nes šitas Perpetuum Mobile neprieštarautų energijos tvarumo dėsniui. Taigi, Carnot'ui aišku, kad toksai Perpetuum Mobile antros rūšies negalimas ir todėl aišku, kad negalima visos tos ar kitos kūnų sistemos šilimos paversti darbu. Vadinasi, belieka tik išaiškinti tas sąlygas, kuriomis iš tam tikro šilimos kiekio galima gauti maksimalinį darbą.

Aš čia nėturiu laiko smulkiai išdėstyti visas Carnot'o „refleksijas“. Trumpai kalbant, Carnot'o manymu, bet kurioje šilimos mašinoje veikia šios darbo nuostolio priežastys: 1) trynimas, 2) šilimos laidumas ir radiacija, t. y. šilimos perėjimas nuo aukštesnės į žemesnę temperaturą nenudirbant

darbo, 3) dujų išsiplėtimas į tuštumą, arba difuzija, ir 4) staigus dujų išsiplėtimas. Carnot'as sako, kad mašina dirba negrįžtamai, jeigu nepašalintos aukščiau nurodytos darbo nuostolio priežastys. Vadinasi, reikia, kad mašina dirbtų grįžtamai, jeigu norima iš tam tikro šilimos kiekio gauti darbo maksimumas.

Paaiškinsime čionai pora pavyzdžių Carnot'o sugalvotą grįžtamojo ir negrįžtamojo proceso sąvoką. Jeigu cilindery, kuriame plečiasi dujos, stumiklis vaikščioja su trynimu, tai dalis dujų išsiplėtimo darbo virs šilima ir todėl atatinkamai bus gauta mažiau darbo. Taigi, gautu darbu negalima bus suspausti dujų iki pirminio jų tūrio. Todėl dujų išsiplėtimas tokiomis sąlygomis yra negrįžtamasis procesas. Jeigu stumiklis vaikščiotų be trynimo, tai mes turėtumėm grįžtamąjį procesą.

Kada dujų spaudimas yra žymiai didesnis kaip išorinis spaudimas, tai dujos plečiasi greitai ir dujų molekulės įsigyja žymų judėjimo momentą. Kada stumiklis sustabdomas, tai tasai dujų judėjimo momentas virsta šilima. Todėl ir tokiu atveju mes gauname mažiau darbo, ir tuo gautu darbu nebegalima jau atstatyti pirminės dujų padėties, o reikia dar pasiskolinti tam tikro darbo iš aplinkumos, kad suspaustume dujas iki jų pirminio tūrio. Todėl ir staigus dujų išsiplėtimas, kitaip sakant, išsiplėtimas tokiomis sąlygomis, kada dujų padėtis bet kuriuo išsiplėtimo laiku yra tolima nuo pusiausviros, yra negrįžtamasai procesas. Tas pat reikia pasakyti apie dujų išsiplėtimą į vakuumą, nes čia dujų atliktas darbas yra lygus nuliui, o dujų pirminiam tūriui atstatyti reikalingas bus tam tikras darbas ir tą darbą teks paimti iš aplinkumos.

Gamtoje nėra tokių procesų, iš kurių būtų eliminuotos visos aukščiau nurodytos darbo nuostolio priežastys, ir todėl visi realūs gamtos procesai yra negrįžtamieji procesai. Grįžtamieji procesai yra abstraktiniai procesai. Jie vadinasi termodinaminiais procesais. Tai yra tokie procesai, kuriuose dalyvauja medžiaginės sistemos, be galo mažai nutoldamos nuo savo pusiausviros padėties. Be to, visi tokie procesai laisvi nuo trynimo jėgų, nuo laidumo bei radiacijos ir nuo difuzijos procesų. Aplamai, tai yra toki procesai, kurie gali būti pavaryti atgal atstatant pirminę medžiaginės sistemos padėtį be jokių atmainų aplinkumoje, arba, kitaip sakant, be jokių kompensacijų.

Jeigu mes, pradėję nuo tam tikros sistemos padėties, leisime jai pereiti per visą eilę tarpinių padėčių ir galop grąžinsime ją į pirminę padėtį, tai mes atliksime su ta sistema ciklą. Jeigu visi tokio ciklo procesai yra grįžtamieji, tai ir ciklas bus grįžtamas. Iš to, kas anksčiau pasakyta, aišku, kad grįžtamasai ciklas yra tik abstrakcijos dalykas, o tikrenybėje visi ciklai negrįžtami.

Taigi, kad surastume, koks maksimalinis darbas galima gauti iš tam tikro šilimos kiekio, Carnot'as įsivaizdina sau idealinę arba abstraktinę šilimos mašiną ir su ta mašina atlieka grįžtamąjį ciklą. Carnot'o mašina, kaip ir bet kuri šilimos mašina, absorbuoja tam tikrą šilimos kiekį, sakysime Q_1 iš šilimos rezervuaro aukštesnės temperatūros T_1 (garų katilas) ir atiduoda mažesnį šilimos kiekį Q_2 kitam šilimos rezervuarui žemesnės temperaturos T_2 (kondensatorius). Šilimos skirtumą $Q_1 - Q_2$ mašina paverčia darbu A. Kadangi ciklas atliktas grįžtamai, tai darbas A bus maksimalinis darbas.

Carnot'as duoda tokią formulę dirbančios grįžtamai šilimos mašinos našumui: $\frac{A}{Q_1}=\frac{Q_1-Q_2}{Q_2}=\frac{T_1-T_2}{T_2}$ (3). Temperaturos čia visur imamos absolutine škala. Visos šilimos mašinos, jeigu jos dirba tose pačiose temperaturos ribose, pasižymi tuo pačiu našumu, nepriklausomai nuo medžiagos, kui vartojama kaipo tarpininkas pereinant šilimai į darbą. Carnot'as įrodo, kad jeigu būtų ne taip, tai Perpetuum Mobile antrosios rūšies būtų realizuojamas dalykas. Šitas dėsnis žinomas kaipo Carnot'o teorema.

Iš lygties (3) eina, kad visą mašinos absorbuotą šilimą galima paversti darbu, jeigu kondensatoriaus temperatura bus absolutinis nulis. Bet fiziniame pasauly pasiekti absolutinis temperaturos nulis yra neįmanomas dalykas ir todėl fiziniame pasauly iš esmės negalima tam tikro šilimos viso kiekio paversti darbu.

Jeigu dviejų šilimos rezervuarų temperaturų skirtumas $T_1-T_2=dT$ yra be galo mažas dydis, tai ir gautas tokiomis sąlygomis darbas bus be galo mažas dydis dA. Tad Carnot'o teorema matematiškai išreiškiama taip: $\frac{dA}{Q}=\frac{dT}{T}$ arba $dA=Q.\frac{dT}{T}$ (4).

Visi iki šių dienų atsiekti šilimos mašinų patobulinimai padaryti atsižvelgiant į Carnot'o teoremą. Be šitos teoremos nurodymų mes neturėtume šiandien nei aukšto spaudimo mašinų, nei vidujinio degimo variklių (Dizelio variklių), nei garinių turbinų, kurių našumas šiandien siekia kai kada 36%. Bet nemažesnės reikšmės kaip praktikai, Carnot'o teorema turi ir teorijai, o ypač įvairių įvairiausių cheminių procesų teorijai. Pabrėšime čia tik, kad Carnot'o teorema ilgainiui virto antruoju energijos arba termodinamikos dėsniu, kuris matematiškai išreiškiamas lygtimis (3) arba lygtimis (4).

Grįšime dabar prie laisvos energijos suskaitymo klausimo. Iš lygties (4) eina: $Q=T.\frac{dA}{dT}$ (5). Čia $\frac{dA}{dT}$ reiškia temperaturinį darbo koeficientą, kitaip sakant, darbingumo padidėjimą arba sumažėjimą pakilus temperaturai 1^0 aukštyn. Pakeisdami šituo reiškiniu Q pirmojoje lygtyje (energijos tvarumo lygtyje) mes gauname: $U=A-T\frac{dA}{dT}$ arba $A=-\Delta F=U+T.\frac{dA}{dT}$ (6).

Tai yra labai svarbi Gibbs'o-Helmholtz'o lygtis. Čia $-\Delta F$ reiškia laisvos energijos mažėjimą, kuris, vykstant reakcijai, grįžtamai ir izotermistiškai visuomet yra lygus gautam darbui A.

Narys $T\frac{dA}{dT}$ reiškia suvaržytą sistemos energiją, kuri negali būti paversta darbu. Aišku, kad ta suvaržyta energija dviem atvejais yra lygi nuliui: būtent, kada $T=O$ ir $\frac{dA}{dT}=O$. Šitais dviem atvejais pasilieka galioje Berthelot'o principas. Vadinasi, visa reakcijos šilima gali būti paversta darbu, ir tada ji yra tikras cheminio giminingumo matas, absolutinio nulio temperatura, arba, kada keičiantis temperaturai darbas nesikeičia. Šiaip jau atvejų daugumoje $\frac{dA}{dT}<O$ (neigiamas dydis) ir todėl tokiais atvejais tiktai

dalis reakcijos šilimos gali būti paversta darbu ir ta dalis yra laisvos energijos atmainos tikras matas. Sulyginti, maža yra atsitikimų, kada $\frac{dA}{dT} > 0$ (teigiamas dydis). Tada ne tik reakcijos šilima visa virsta darbu, bet ir dalis sistemos sutaupytos šilimos virsta darbu, ir vykstant reakcijai tokioje sistemoje jos temperatura puola.

Vadinasi, reakcijos gimininguma arba laisvos energijos atmainai suskaityti reikia žinoti iš kalorimetrinių matavimų reakcijos šilimą ir darbo temperaturinį koeficientą. Pastarasis galima nustatyti tik tokioms reakcijoms, kurias galima varyti taip, kad jos būtų darbo išteklium. Tad galima šitą darbą išmatuoti įvairioms temperaturoms ir iš tokių matavimų gauti dydį $\frac{dA}{dT}$. Bet tokių reakcijų nedaug. Tai yra vadinamos ionų reakcijos, kurios galvaninėse celėse būna elektros energijos išteklium. Dauguma organinės chemijos reakcijų yra neioninės reakcijos ir todėl tų reakcijų suvaržytai energijai suskaityt (žiūr. lygtis 6) reikia ieškoti kitos formulės. Taigi, mums tenka dar susipažinti su kita antrojo termodinamikos dėsnio redakcija ir su kitomis išvadomis iš Carnot'o teoremos.

Iš Carnot'o teoremos aišku, kad šilimos darbingumas pareina nuo temperaturos. Tasai darbingumas juo didesnis, juo aukštesnė šilimos temperatura. Taigi, išvada iš Carnot'o teoremos tokia, kad vykstant savaimi gamtos procesams vis daugiau ir daugiau aplinkumoje susidaro tokios šilimos, kurios darbingumas yra nupuolęs. Bet kurią energijos rūšį mes galime išreikšti kiekybiškai kaipo sandaugą tos energijos potencialo, arba įtempimo, su jos kiekiu arba talpumu. Šilimos energija kiekybiškai išreiškiama kaipo sandauga tam tikro šilimos kiekio su šios šilimos terperatura. Taigi, į temperaturą galima žiūrėti kaip į šilimos įtempimą, arba potencialą. Kaip šilima savaimi slenka nuo aukštesnės temperaturos į žemesnę temperaturą ir tik tokiomis sąlygomis gali atlikti darbą, taip ir kitos energijos rūšys savaimi slenka nuo aukštesnių į žemesnius potencialus ir tik tokiomis sąlygomis būna darbo išteklium. Vadinasi, visi spontaniniai gamtos procesai eina tik viena linkme: energijos potencialo puolimo, ir siekia galutino tikslo — energijos potencialų išlyginimo.

Be to, visokeriopos energijos rūšys turi ypatingą palinkimą virsti šilima. Taigi, fizinis pasaulis siekia tokios padėties, kurioje visokios energijos rūšys taps vienodos temperaturos šilima. Bet šita padėtis reiškia fizinio pasaulio stagnaciją, arbo jo mirtį. Taip interpretuoja antrąjį termodinamikos dėsnį didžiausis XIX šimtm. Anglijos fizikas William'as Thomson'as, kurio vienas didelių nuopelnų yra tas, kad jis 1852 metais atkasė Paryžiuje užmiršta Carnot'o darbą ir pirmutinis iškėlė jo didelę reikšmę. Taigi, Thomson'as formuluoja antrąjį termodinamikos dėsnį kaipo energijos degeneracijos, arba degradacijos, dėsnį arba kaipo energijos išsklaidymo dėsnį tąja prasme, kad vykstant savaimi negyvojo pasaulio procesams tos energijos darbingumas nuolat eina mažyn. Thomson'as pabrėžia, kad negalima įrodyti šito dėsnio galiojimo gyvajam pasauliui. Dėl šitos Thomson'o nuomonės galima ir paabejoti, nes žmonijos istorija teikia per daug energijos ir dvasios degradacijos pavyzdžiu visais tais atvejais, kada visuomenės evolucija vyksta spontaniškai, gaivališkai, nekontroliuojama sąmonės ir išminties.

Šitoje Thomson'o redakcijoje antrasis termodinamikos dėsnis atrodo perdaug filosofiškai ir netinka tiksliems kiekybiniams tyrinėjimams. Vokietis Clausius suteikė šitam dėsniui tinkamiausią matematišką formą, kurioje jis ir taikomas kuo plačiausiai fiziniams-cheminiams procesams nagrinėti.

Iš Carnot'o formulės (3) eina:

$$1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} \text{ arba } \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_1}{T_2} \text{ arba } \frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2} = \text{const.}$$

Pasirodo, kad turint reikalo su grįžtamuoju cikliniu procesu santykis tarp absorbuotos šilimos ir tos temperaturos, prie kurios šilima absorbuota, yra tas pats, kaip ir santykis tarp atiduotos šilimos ir tos temperaturos, prie kurios ta šilima atiduota. Taigi, atlikę grįžtamąjį ciklą, mes turime: $\frac{Q_1}{T_1} - \frac{Q_2}{T_2} = 0$. Clausius įrodo, kad santykis $\frac{Q}{T}$ yra funkcija tūrio, spaudimo, temperaturos elektriško potencialo ir t.t., aplamai yra funkcija sistemos parametrų, panaši iš esmės į sistemos vidaus energiją, kuri irgi yra tam tikra sistemos parametrų funkcija. Šitą funkciją $\frac{Q}{T}$ Clausius vadina sistemos entrope ir žymi ją ženklu S, taip kad $\frac{Q}{T} = S$ ir $Q = TS$. Šitą funkciją kai kuriais atvejas galima išreikšti tam tikra lygtimi. Dažnai tos funkcijos išraiška yra labai paini. Vadinasi, entropė visų pirma yra grynai abstraktinis dalykas.

Dabar pažiūrėsime, kodėl šitą funkciją Clausius pavadino entrope. Paimsime nevienodai temperuotą metalinį stiebą. Tegu vienoje to stiebo vietoje bus temperatura T_1 o kitoje T_2 ir tegu $T_1 > T_2$. Tada šilima slinks savaimi iš pirmos vietos į antrą vietą ir slinks be jokio darbo atlikimo. Tegu per tam tikrą laiką iš pirmos į antrą vietą pereis šilimos kiekis Q. Tada entropės atmaina pirmoje vietoje bus $-\frac{Q}{T_1}$, o antroje vietoje $+\frac{Q}{T_2}$.

Vadinasi, entropės atmaina šituo atveju bus $-\frac{Q}{T_1} + \frac{Q}{T_2} = Q\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)$.

Kadangi $T_2 < T_1$, tai dydis skliaustuose yra teigiamas, ir todėl entropės atmaina šituo atveju bus išreikšta teigiamu skaičiumi. Bet čia mes turime šilimos spontatinį judėjimą be darbo atlikimo.

Anksčiau jau pasakyta, kad toksai procesas yra negrįžtamasai. Vadinasi, vykstant negrįžtamajam procesui sistemoje, tos sistemos entropė auga. Tokią pat išvadą mes gausime dėl entropės atmainos, kada šilima susidaro iš trynimo, vadinasi, kada procesas vyksta su trynimu. Pasibaigus procesui entropė bus padidėjusi. Tobuliųjų dujų entropė išreiškiama tokia lygtimi: $S = C_v \ln T + R l_{nv} + S_0$. Plečiantis dujoms į vakuumą, dujų tūris eina didyn, ir todėl, einant čia duotąja lygtimi, ir dujų entropė eina didyn. Bet ir toksai dujų išsiplėtimas, kaip jau mes matėme, yra negrįžtamasai procesas. Taip pat ir visoki difuzijos procesai. Bet, kadangi visi spontaniškai vykstą gamtos procesai negali būti palaisvinti nuo trynimo jėgų, nuo šilimos judėjimo nedirbant darbo, t. y. nuo laidumo ir radiacijos reiškinių, nuo difuzijos procesų ir galop visi spontatiškai vykstą gamtos procesai vyksta tokiomis sąlygomis, kurie yra žymiai nutolę nuo pusiausviros sąlygų, tai, kaip jau anksčiau pasakyta, visi spontatiškai vykstą procesai yra negrįžtamieji procesai. Iš čia išvada, kad pasaulio entropė auga. Taigi, Clausius išreiškia

antrąjį termodinamikos dėsnį taip: $\Sigma dS \geqq 0$. Lygties ženklas liečia grįžtamuosius procesus. Ten entropė nesikeičia. Čia ženklas dS reiškia be galo mažą entropės atmainą, ir, einant viršum duota entropės definicija, mes turime: $dS = \frac{dQ}{T}$ arba $dQ = T.dS$. Dabar bus suprantama, kodėl Clausius pavadino šitą funkciją entrope, pasinaudojęs graikų kalba. Šita kalba žodis „entropein" reiškia: pakeisti, transformuoti. Vadinasi, entropė yra dydis, kuriuo matuojama atsiekto pasikeitimo didumas. Bet galima entropę pavadinti ir šilimos nedarbingumo matu, nes juo smarkiau bus nupuolęs šilimos darbingumas, juo didesnė bus atsiekta transformacija.

Bet kurios fizinės ar cheminės atmainos gali būti tik tokioje sistemoje, kuri nėra pusiausviroje. Vykstant toje sistemoje bet kurioms atmainoms, ji artinasi prie pusiausviros ir tuo pačiu laiku jos entropė auga. Taigi, anot Clausius'o, esmė antrojo termodinamikos dėsnio yra ta, kad pasaulio entropė nuolat auga ir siekia maksimumo. Pasaulis pasieks pusiausviros padėtį, kada jo entropė pasieks maksimumą, lygiai kaip bet kuri sistema yra pusiausviroje, kada tos sistemos entropė yra pasiekusi maksimumą.

Kada entropės dėsnis, arba antrasis termodinamikos dėsnis, buvo galutinai suformuluotas ir priimtas, tai dėl to dėsnio reikšmės kilo abejonių ir fizikų, ir filosofų tarpe. Ir pirmasai ir antrasai termodinamikos dėsniai yra empirijos išdavos. Bet, kaip jau anksčiau pasakyta, pirmasai termodinamikos dėsnis išeina iš dinamikos principų kaipo dedukcija. Vadinasi, tasai dėsnis pasižymi tuo pačiu determinizmu, ta pačia būtenybe, kurios yra charakteringos dinamikos principams. Šito negalima pasakyti apie antrąjį termodinamikos dėsnį. Jis yra tiesioginė išdava Perpetuum Mobile antrosios rūšies negalimumo, bet su dinamikos principais jis nesurištas ir to dėsnio negalima išvest iš dinamikos principų dedukcijos keliu. Dalykas tas, kad dinamikoje mes turime reikalo tik su grįžtamaisiais procesais, tuo tarpu antrasai termodinamikos dėsnis liečia perėjimą darbo į šilimą ir atbulai, kuris yra negrįžtamasai procesas. Taigi, to dėsnio determinizmas yra abejingas. O tačiau visos fizikų ir chemikų padarytos iš to dėsnio išvados, visokeriopos gautos jo pagalba matematinės lygtys, išreiškiančios funkcionalinę priklausomybę tarp įvairių fizinių ir cheminių kūnų savybių, patikrintos bandymais be jokios išimties. Taigi, šita prasme tas dėsnis yra toks pat tvirtas, kaip pirmasai termodinamikos dėsnis ir kiti dinamikos dėsniai.

Be to, filosofai nurodo į to dėsnio silpną pusę logikos atžvilgiu. Jie sako, ir visiškai teisingai, kad fizinis pasaulis egzistuoja miliardus metų, o tačiau to pasaulio entropės maksimumas, kitaip sakant, pusiausvira nepasiekta. Galop, filosofai nurodo į tai, kad tasai dėsnis nustoja galios visais tais atvejais, kada į fizinių jėgų veikimą įsikiša vadinamos gyvybės jėgos, kurios net ir labiausiai elementarinių organizmų formoje pasižymi pasirinkimo sugebėjimu. Jau Maxwell'is, kuris labai daug prisidėjo dujų kinetinei teorijai sukurt, numato galimybę apsilenkt su tuo dėsniu, jeigu prileisti intervenciją sąmoningos esybės, kuri gali būti visais žvilgsniais taip pat apribota kaip žmogus, bet pasižymi daug tobulesniais jutimo organais, pavyzdžiui, gali matyti atskiras molekules ir atomus. Aš čia kalbu apie Maxwell'io demoną.

Įsivaizdinkime sau indą, pripildytą dujų, ir padalintą į dvi dali pertvarą, kurioje randasi langelis su uždanga. Esant pusiausvirai, dujų temperatura bus ta pati visose jų dalyse. Bet tai nereiškia, kad visos tų dujų molekulės turės tą patį greitumą. Maxwell'is prileidžia, kad atskiros molekulės turės įvairius greitumus nuo 0 net iki ∞. Bet tų greitumų pasidalinimas tarp molekulių, kaip įrodė Maxwell'is, atatinka žinomą tikimybės kreivę, kuri rodo, kad labai maža bus molekulių su labai mažais ir su labai dideliais greitumais. Daugiausia bus molekulių su tam tikru vidutinišku greitumu. Kadangi dujų temperatura yra proporcinga jų kinetinei energijai, tai mes čia turėsime nuolatinę temperaturą, todėl, kad vidutinė molekulių kinetinė energija bus pastovus dydis. Įsivaizdinkim sau kartu su Maxwell'iu, kad ties pertvaros langeliu randasi demonas, kuris mato atskiras molekules ir moka jomis operuoti. Kiekvieną sykį, kada prie langelio prisiartina greitesnė molekulė, jis ją praleidžia pro langelį, o prisiartinus prie langelio lėtesnei molekulei, jis uždaro langelį. Tokiu būdu vienoje indo pusėje susirinks greitesnės molekulės, o kitoje pasiliks lėtesnės. Vadinasi, savaimi tam tikras šilimos kiekis pereis nuo žemesnės temperaturos į aukštesnę temperaturą, kitaip sakant, mes čia turėsime procesą, kuris vyks savaime ir bus surištas su sistemos entropės mažėjimu. Galima, žinoma, pasakyti, kad demono entropė padidės, nes demonas atliks darbą, uždarydamas ir atidarydamas langelį. Bet galima prileisti, kad langelio uždanga neturi masės ir atsidaro bei užsidaro be jokio trynimo. Tada ir demono atliktas darbas bus nulis. Vienu žodžiu, formaliai, logiškai žiūrint negalima pripažinti būtinybės antrajam termodinamikos dėsniui. Bet ir tikrenybėje mes žinome šiandien tokius reiškinius, kurie nesuderinami su antruoju termodinamikos dėsniu.

Garsusis P a s t e u r'as, tyrinėdamas vyno rūkšties druskas, pirmutinis nustatė buvimą optiškų isomerų, t. y. tokių kūnų, kurie pasižymi tąja pačia sudėtimi bei tąja pačia chemine struktura ir skiriasi tik tuom, kad suka šviesos polarizacijos plokštumą vieni į kairę, o antri į dešinę pusę. Vėliau L e b e l'io ir v a n't H o f f'o buvo įrodyta, kad tokie optiški isomerai arba stereoisomerai pasižymi tuom, kad jų molekulėj yra bent vienas asimetriškas anglio atomas, kitaip sakant, anglio atomas sujungtas su 4 skirtingais radikalais. Pasteur'o ir vėlesnių tyrinėtojų buvo nustatyta, kad gamtoje ir laboratorijoje savaimi visuomet susidaro vadinamos racemiškos formos, optiškai neaktingos. Tos racemiškos formos visuomet yra ekvimolekulinis mišinys kairiojo ir dešiniojo isomerų. Jiems perskirti reikalinga intervencija sąmoningos esybės, būtent tyrinėtojo. Pasteur'as pirmutinis nurodė įvairius cheminius ir fizinius metodus tokiems optiškiems isomerams perskirti. Be to, tokiam perskyrimui Pasteur'as pasinaudojo ir paprasčiausių gyvų sutvėrimų veikimu. Turėdamas silpną racemiškos vyno rūkšties tirpalą, jis leido vaisintis tame tirpale pelėsiams *Penicillium glaucum.* Pasirodė, kad šitie pelėsiai vaisinasi sąskaiton dešiniosios rūkšties ir visiškai neliečia kairiosios, taip kad galop gaunamas tirpalas, kuris suka polarizacijos plokštumą į kairę pusę. Čia mikroorganizmas *Penicillium glaucum* vaidina Maxwell'io demono vaidmenį ir veikia prieš antrojo termodinamikos dėsnio tendenciją.

Šita proga pabrėšime, kad mes čia turime vieną iš gyvybės paslapčių, būtent, gyvybės interakciją su asimetriškomis formomis. Reikia pažymėti, kad ir patys gyvieji sutvėrimai pasižymi savo strukturos asimetrija, neišimant ir žmogaus organizmo. Asimetrija, apie kurią mes čia kalbame, pasireiškia

buvimu vadinamų nekongruentinių formų, kurios santykiauja taip, kaip objektas ir jo atspindis veidrodyje, ir atomai optiškai aktingų molekulių sudaro kaip tik tokiais konfiguracijas, kurios santykiauja taip, kaip objektas ir jo vaizdas veidrodyje ir kurių jokiu būdu negalima sulieti. Dažnai tarp tokių dviejų optiškų isomerų nėra jokių skirtumų ne tik cheminių, bet ir fizinių savybių žvilgsniu, ir tokios konfiguracijos skiriasi tik tuom, kad viena iš jų suka polarizacijos plokštumą į kairį šoną, o kita į dešinį šoną. Paliekant nuošaly gyvybės jėgą ir klausimą, ar tai gyvybės jėgai galioja fizikos dėsniai, ar ne, mes entropės dėsnio žvilgsniu galime pravesti tokį skirtumą tarp negyvos ir gyvos gamtos: negyvoje gamtoje viskas eina prie suprastinimo ir vienodumo (monotonijos), tuo tarpu kaip gyvoje gamtoje mes matome išsiplėtojimą vis labiau ir labiau komplikuotų formų iš paprasčiausių formų.

1827 metais anglų botanikas Brown'as pastebėjo, kad žiedų sėklos dalelės vandeny pasižymi netvarkingais judėjimais, netvarkingais tąja prasme, kad dalelės judėjimo kryptis ir jos greitumas nuolat keičiasi ir taip, kad, tarytum, vienos dalelės judėjimas visiškai nepareina nuo kaimyninių dalelių judėjimo arba, tiksliau kalbant, priklausomybė vienos dalelės judėjimo nuo kaimyninių dalelių judėjimo yra tiek paini, kad nėra galima tą priklausomybę išreikšti kokia nors formule. Tokios rūšies kaip tik ir yra dujų molekulių judėjimai arba net skystų ir kietų kūnų tie molekulių judėjimai, kuriuos mes vadiname šilimos judėjimais. Šiandien šitie vadinami Brown'o judėjimai ištirti pagrindingai, nes koloidinių tirpalų dalelės reiškia tokius judėjimus. Dėl didelio panašumo šitų Brown'o judėjimų ir šilimos judėjimų senai jau buvo manoma, kad Brown'o judėjimai, kurie visiškai nepareina nei nuo mechaniškų sutrenkimų nei nuo šviesos veikimo ir kurie nesiliauja neapribotą laiką, yra impulsų išdava, kuriuos suteikia koloidinėms dalelėms netvarkingai judančios dujų arba skysčių molekulės. Šita nuomonė patvirtinta tiksliais kiekybiniais bandymais Sorbonos fiziko Perrin'o, kuris sekdamas tuos judėjimus nustatė Avogadro skaičių, t. y. molekulių skaičių, iš kurių susideda 1 gr. molekulė. Šitas skaičius anksčiau buvo nustatytas dedukcijos keliu, išeinant iš kinetinės dujų teorijos dėsnių. Taigi, Brown'o judėjimai yra kaip tiktai aiškus įrodymas kinetinės dujų ir skysčių teorijos. Koloidinių dalelių Brown'o judėjimus galima sekti kai kada net paprastu mikroskopu, bet visuomet ultramikroskopu. Jeigu mes turime mikroskopo regėjimo lauke ploną sluoksnį ne vienodai padalintų koloidinių dalelių, tai, einant difuzijos dėsniais, koloidinės dalelės turėtų slinkti nuo didesnių koncentracijų į mažesnes koncentracijas ir galop privesti prie vienodo pasidalinimo kalbamajame sluoksnyje. To reikalauja ir entropės dėsnis. Bet stebėtojas mikroskopo regėjimo lauke nuolat gali konstatuoti koloidinių dalelių judėjimus iš vietų mažesnės koncentracijos į vietas didesnės koncentracijos, o toksai judėjimas yra nutolimas nuo pusiausviros, vadinasi, surištas su entropės mažėjimu, taigi, prieštarauja entropės dėsniui. Čia jau mės turime negyvos gamtos procesą, be jokios gyvybės jėgų intervencijos, kuris savaimi slenka entropės mažėjimo prasme. Reikia tačiau pasakyti, kad turint pakankamą kiekį koloidinio tirpalo ir sekant koloidinių dalelių judėjimus pakankamai ilgą laiką, difuzija galop prives prie vienodo dalelių pasidalinimo.

Pažymėti čia apsilenkimai su entropės dėsniu ir silpna to dėsnio logiška pusė vertė fizikus ieškoti tokios to dėsnio interpretacijos, kuri suteiktų

jam kitų mechanikos dėsnių tvirtumą ir determinizmą. Pirmutinis Boltzmann'as, garsus Vienos fizikas, pamėgino pritaikinti tikimybių teorijos dėsnius kalbamiems čia fenomenams ir tokiu būdu padėjo pradžią vadinamai statistinei mechanikai, kitaip sakant, interpretacijai fizikos procesų statistikos metodais. Šitos statistinės mechanikos metodai davė mums pastaraisiais laikais kvantų teoriją ir kvantų mechaniką, arba bangų mechaniką, ir padėjo mums giliau pažvelgt į atomo strukturą ir aplamai į atominius procesus. Taigi, mes čia šiek tiek apsistosime ties tais metodais.

Kada mes turime reikalo su labai painiais reiškiniais, kaip, sakysime, individo amžius arba oro klausimas tą ar kitą dieną, arba visokie loterijos lošimai, tai tokiems klausimams kiekybiškai išspręsti galima taikinti tik tikimybių teorijos dėsniai. Matematiškai kalbant, visais tais atvejais, kada mes turime reikalo su kolektyvu, mes galime taikinti tik tikimybių teoriją, o kolektivu mes vadiname didelę daugybę atskirų įvykių, nesurištų funkcionaliai su vienas kitu, arba, kitaip sakant, kad ir surištų, bet tiek painiai, jog mes negalime nustatyti funkcinės priklausomybės. Tokios rūšies kolektyvas yra, sakysime, tam tikras dujų tūris. Viename kub. cm. dujų temperatura 0^0 išoriniu spaudimu 1 atm. mes turime 3000 miliardų dalelių. Tos dalelės pasižymi įvairiais įvairiausiais greitumais ir krypties ir didumo žvilgsniu, ir nuolat keičia tą savo greitumą. Tokios rūšies judėjimas vadinasi nekoordinuotas judėjimas (netvarkingas). Koordinuoto judėjimo pavyzdys bus kūnas, slenkąs erdvėje tam tikru greitumu ir tam tikra kryptimi. Šito kūno molekūlės yra taip pat netvarkingam judėjime kaip ir dujų molekulės, nes tasai kūnas turi tam tikrą šilimos kiekį, o šilima, einant mechanine šilimos teorija, yra dalelių netvarkingų judėjimų kinetinė energija. Bet, kada kūnas slenka tam tikra kryptimi ir tam tikru greitumu, tai prie netvarkingų kūno molekulių judėjimų prisideda dar greitumo komponenta kūno slinkimo kryptimi. Tačiau kada toksai slenkąs kūnas susiduria su kliūtimi, tai jo tvarkingo koordinuoto judėjimo kinetinė energija virsta šilima, ir kūno translacija baigiasi. Galime prileisti, kad dėl molekulių judėjimo įvairiais greitumais ir įvairiomis kryptimis vienu laiko momentu susidaro greitumo atstojamoji viena kryptimi, o kitu laiko momentu kita kryptimi. Bet apčiuopiamam laikui šitos atstojamosios įvairiomis kryptimis anuliuoja viena kitą, ir todėl kūnas pasilieka ramybėje. Vadinasi, parimęs kūnas savaimi negali pradėti judėti tam tikra kryptimi. To ir reikalauja entropės dėsnis.

Skirtumą tarp netvarkingų šilimos judėjimų ir koordinuotų judėjimų Helmholtz'as ilustruoja uodų spiečiaus ir kareivių kuopos pavyzdžiais. Pirmuoju atveju kiekvieno individo judėjimas nesurištas su kitų individų judėjimais taisyklinga tolydine priklausomybe, tuo tarpu kaip kiekvieno kareivio judėjimas kuopoje tolydinai ir taisyklingai yra apibūdintas kitų kareivių judėjimo.

Negyvoje gamtoje mes nuolat konstatuojame spontaninius perėjimus koordinuotų judėjimų į netvarkingus judėjimus. Negyvoje gamtoje savaimi iš tvarkos darosi netvarka. Tai yra charakteringiausis negrįžtamųjų procesų bruožas. Translacijos kinetinė energija dėl kliūčių arba trynimo jėgų virsta šilima, dviejų rūšių dujos, užpildančios abidvi indo puses, sudarius tarp tų indo pusių susisiekimą, savaimi susimaišo ir duoda homogeninį mišinį ir niekuomet savaimi neatsimaišo, potencinė cheminė energija virsta šilima,

kada reakcija tarp cinko ir vario sulfato vyksta nekoordinuotai. Kada ta pati reakcija eina galvaniniam elemente, tai iš potencinės chemiškos energijos mes galime gauti darbą. Bet galvaniniam elemente mes turime koordinuotus judėjimus cinko ir vario ionų iš vieno šono ir SO_4 anionų iš kito.

Pažvelgsime dabar, kaip atrodo koordinuotų ir nekoordinuotų judėjimų santykis tikimybių dėsnio, arba, tiksliau sakant, didelių skaičių dėsnio šviesoje. Matematiškai tikimybė išreiškiama santykiu tam tikros rūšies įvykių ir visų galimų įvykių. Vadinasi, tikimybė matematikoję išreiškiama trupmena. Kada tas santykis yra lygus vienetui, mes kalbame apie tikrenybę. Mėtydami šešiakampį kauliuką, mes sakome, kad tikimybė, jog tas kauliukas atsiguls šonu 6 aukštyn, yra $1/6$. Tai nereiškia, kad metę kauliuką 6 sykius, kaip tik vieną sykį mes gausim viršum šoną 6. Gali atsitikti, kad net 2 ir 3 kartus išeis tas šonas 6 ir gali atsitikti, kad nei vieno karto neišeis. Bet jeigu kauliukas bus mestas 1000 sykių, tai santykis tarp tokių atsitikimų, kada šonas 6 buvo viršum ir visų atsitikimų (1000) jau mažai skirsis nuo trupmenos $1/6$, dar mažiau skirsis, kada kauliukas bus mestas 100.000 sykių ir galop, jeigu kauliukas bus mestas labai daug sykių, tai mes gausime kaip tik trupmeną $1/6$. Jeigu mes metame du visiškai vienodu kauliuku, tai tikimybė, kad abudu kauliuku atsiguls tuo pačiu laiku šonu 6 aukštyn yra $\frac{1}{6}\cdot\frac{1}{6}=\left(\frac{1}{6}\right)^2$. Vienu žodžiu, keleto nepriklausomų nuo vienas kito įvykių tuo pačiu laiku tikimybė yra lygi atskirų įvykių tikimybių sandaugai. Įsivaizdinkime dabar sau vieną vienintėlę dujų molekulę inde. Tikimybė, kad ta molekulė tam tikru laiko momentu bus vienoje ar antroje indo pusėje, yra ta pati, būtent lygi $1/2$, kitaip sakant molekulė, lakstydama inde su tuo pačiu lengvumu randasi tai vienoje, tai kitoje indo pusėje. Taigi, čia mes turime grįžtamąjį procesą. Jeigu mes turėsime inde dvi molekules, tai tikimybė, kad abi molekulės bus vienoje indo pusėje, bus jau tik $\left(\frac{1}{2}\right)^2=\frac{1}{4}$. Vadinasi, molekulės judėjimo grįžtamumas čia jau bus mažesnis. Jeigu mes turėsime 20 molekulių inde, tai tikimybė, kad visos tos molekulės tuo pačiu laiku rasis toje pačioje indo pusėje, bus $\left(\frac{1}{2}\right)^{20}=\frac{1}{1.000.000}$. Vadinasi, tikimybė tokios padėties, kad visos dujų molekulės susiburtų vienoje indo pusėje, o antroje indo pusėje susidarytų vakuumas, yra jau labai maža trupmena. O jeigu mes inde turime 1 gr. mol. dujų, t. y. 6.10^{23} molekulių, tai tikimybė, kad visos tos molekulės susiburs vienoje indo pusėje, taip kad antroje pusėje susidarys vakuumas, yra $\left(\frac{1}{2}\right)^{6.10^{23}}$. Tai yra trupmena, kurios skaitiklis yra 1, o vardiklis 2 su šimtų tūkstančių bilionų bilionų nulių.

Vadinasi, tokio įvykio tikimybė yra begalo maža, beveik nulis, ir todėl tikimybė yra beveik vienetas, beveik tikrenybė, kad dujų molekulės užpildys vienodai abidvi indo puses, jeigu iš pradžios vienoje pusėje buvo visos molekulės, o antroje vakuumas. Kada mes vienoje indo pusėje turime dujas, o antroje tuštumą, tai mes turime tam tikru būdu sutvarkytą, arba koordinuotą, padėtį. Kada dujos susimaišo arba užpildo abidvi indo puses vienodai, tai mes turime netvarkingą padėtį. Taigi, išeina, kad dujos nuo mažesnės tikimybės padėties savaimi pereina į didesnės tikimybės padėtį,

nuo koordinuotos padėties į mažiau koordinuotą padėtį. Šita prasme perėjimą translacijos kinetinės energijos į šilimą taip pat reikia laikyti perėjimu nuo mažesnės tikimybės padėties į didesnės tikimybės padėtį. Kada padėtis pasižymi maksimumu netvarkos, tai ir tikimybė tokios padėties yra maksimalinė. Bet tai jau yra pusiausviros padėtis. Panašiais samprotavimais Boltzmann'as ir konstatuoja, kad entropė yra tikimybės funkcija, ir duoda tokią formulę entropei suskaičiuot: $S = k \ln P + C$. Čia S reiškia entropę, P tam tikros padėties tikimybę, k tam tikrą universalinę konstantą (dujų konstantą, suskaitytą vienai molekulei, vadinasi $k = \frac{R}{N}$) ir C reiškia integracijos konstantą.

Tokiu būdu ternodinamikos antrąjį dėsnį galima išreikšti ir taip: bet kuri fizinė-cheminė sistema savaimi stengiasi pasiekti didžiausios tikimybės padėtį. Tai yra už vis labiau apibendrinta šito dėsnio forma Nurodoma į tai, kad šitoje formoje dėsnis nustoja tos būtenybės, kuri yra surišta su priežastingumo principu, kad tokiomis sąlygomis nebetenka kalbėti apie determinizmą fizikoje. Nors ir be galo maža tikimybė tokios padėties, kad visos dujų molekulės susiburtų vienoje indo pusėje, bet vis dėlto tokia padėtis galima, ir jeigu galima būtų sekti tų pačių dujų padėtį milionus ir milionus metų, tai, žinoma, galima būtų aptikti ir tokią padėtį. Bet tikimybė vienodo visų dujų molekulių pasidalinimo abiejose indo pusėse bę galo mažai skiriasi nuo tikrenybės, taip, kad praktiškai dalyką imant galime skaitytis su determinizmo principo veikimu ir antrojo termodinamikos dėsnio žvilgsniu ir tokiu būdu pripažinti šitam dėsniui kitų mechanikos ir fizikos dėsnių būtinybę, nes galop ir tuos kitus dėsnius mes galime interpretuoti tikimybių teorijos šviesoje. Nereikia užmiršti, kad tikimybių teorija yra tik vienas iš metodų, vartojamų fizikoje,. tiesa, vartojamų labai plačiai visais tais atvejais, kur dėl painumo fenomenų mes negalime pritaikinti kitų metodų.

Iš viso to, kas anksčiau pasakyta, aišku, kad tasai dėsnis galioja tik makroskopiškiems reiškiniams, kada mes turime reikalo su daugybe individų ir daugybe įvykių, ir visiškai negalioja visais tais atvejais, kada mes turime reikalo su pavienėmis molekulėmis arba su pavieniais atomais. Anot Planck'o, fizinio pasaulio procesų negrįžtamumas aiškiai rodo į to pasaulio diskretinę arba atominę strukturą. Jeigu mes galėtume operuoti atskiromis molekulėmis arba atskirais atomais, tai mes galėtume vienodai temperuotą aplinkumos šilimą paversti darbu, galėtume, vadinasi, konstruoti antros rūšies Perpetuum Mobile.

Pasakyti, kad tai absoliučiai negalima, būtų neatsargu, taip pat kaip neatsargu būtų tvirtinti, kad pasaulyje nėra tokių procesų, kurie veikia prieš entropės dėsnį ir iš netvarkos daro tvarką.

Tikiuos, kad mano gerbiamiems klausytojams dabar bus aišku, jog entropė, kaipo sistemos pasivumo arba nedarbingumo matas, nulemia sistemos suvaržytą energiją. Iš lygties $S = \frac{Q}{T}$ tiesiog išeina $Q = TS$, suvaržytos energijos formulė.

Pakeisdami šituo reiškiniu G energijos tvarumo lygtyje (2), mes gauname Gibbs'o-Helmholtz'o lygtį tokiu pavidalu: $A = -\Delta F = U - TS$.

Sulygindami lygtis $A = U + T\frac{dA}{dT}$ ir $A = U - TS$ mes konstatuojame, kad $-S = \frac{dA}{dT}$. Vadinasi, temperaturinis darbo koeficientas yra lygus entropės atmainai, tiktai priešingo ženklo. Taigi, laisvos energijos atmainoms suskaičiuoti reikia žinoti, be sistemos vidaus energijos atmainos (reakcijos šilimos), dar entropės atmainą.

Mes jau matėme, kad Berthelot'o principas galioja visokioms reakcijoms absolutinio nulio temperaturoj. Patyrimas rodo, kad šitas principas galioja visokioms reakcijoms kondensuotose sistemose (tarp skystų ir kietų kūnų) ir paprastose temperaturose. Tokiomis sąlygomis apsilenkimai su Berthelot'o principu yra tiek maži, kad sprendžiant technikos problemas galima drąsiai taikinti šitą principą. Tiktai dujiškų reakcijų srityje mes susiduriame su Berthelot'o principo griežtais apsilenkimais su tikrenybe. Taigi, iš įvairių pusių buvo daromos pastangos Berthelot'o principą papildyti arba patobulinti, kad su jo pagalba galima būtų suskaityti laisvos energijos atmainą. Šita problema parūpo ir Berlino fizikui-chemikui N e r n s t'ui, kuris 1906 metais, remdamasis savo ir savo bendradarbių elektrovaromosios jėgos matavimais žemose temperaturose, lygiai kaip ir kai kurių kietų ir skystų kūnų šilimos talpumo matavimais taip pat žemose temperaturose, paskelbė naują ir labai svarbią šilimos teoremą. Nernst'as savo darbais įrodė, kad sistemos vidaus energija ir jos laisva energija, keičiantis temperaturai, keičiasi visuomet priešingomis kryptimis. Vadinasi, jeigu kylant temperaturai vidaus energija auga, tai laisva energija puola, ir atbulai. Abiejų energijų atmainos kreivės susilieja artinantis prie absolutinio nulio temperaturos, taip kad tam tikrame temperaturos intervale virš absolutinio nulio abidvi tos energijos darosi lygios. Dalykas čia tas, kad puolant temperaturai eina mažyn temperaturinis darbo koeficientas $\frac{dA}{dT}$ ir taip smarkiai, kad dažnai nepasiekus absolutinio nulio $\frac{dA}{dT}$ virsta nuliu. Prie tokios pat išvados mes prieisime atsimindami, kad $dS = \frac{dQ}{T}$, ir kad $dQ = C_v . dT$ (čia C_v reiškia kūno nuolatinio tūrio lyginamąją šilimą, vadinasi, jeigu suteikdami kūnui šilimos kiekį dQ mes pakelsime to kūno temperaturą per dT, tai $dQ = C_v . dT$). Iš čia: $S = \Sigma dS = \Sigma C_v . \frac{dT}{T}$. Kaip jau pasakyta, Nernst'as ir jo mokiniai bandymais nustatė, kad kietų ir skystų kūnų šilimos talpumas puolant temperaturai smarkiai puola ir net kai kada darosi lygus nuliui žemose temperaturose Taigi, išeina, kad artinantis sistemai prie absolutinio nulio, entropės atmaina S taip pat artinasi prie nulio ir virsta nuliu pasiekus absolutinio nulio temperaturą. Vadinasi, lygtyje $A = U - TS$ suvaržyta energija TS taip pat virsta nuliu, ir todėl mes tada turime santykius pagal Berthelot'o principą $A = U$. Visa tai reiškia, kad $\lim \frac{dU}{dT} = \lim \frac{dA}{dT} = 0$, kitaip sakant, absolutinio nulio temperatūroj nebėra skirtumo tarp U ir A, o praktiškai ir tam tikram temperaturos intervale virš absolutinio nulio tasai skirtumas tiek mažas, kad jį galima ignoruoti. Tokia iš esmės ir yra Nernst'o šilimos teorema.

Iš Gibbs'o-Helmholtz'o lygties A=U—TS aišku, kad, jeigu mes galėtume suskaityti entropės atmainą S vykstant reakcijai, tai suskaitymas A iš reakcijos šilimos būtų, sulyginti, paprastas. Nernst'o ir jo bendradarbių šilimos talpumo matavimai labai žemose temperaturose parodė, kad tos šilimos talpumas kai kurioms kristališkoms medžiagoms virsta nuliu dar prieš pasiekiant absolutinio nulio temperaturą. Remdamasis šituo rezultatu Planck'as skelbia trečiąjį termodinamikos dėsnį tokiu pavidalu:

Entropė visų kristališkų medžiagų absolutinio nulio temperaturoj yra lygi nuliui.

Iš tikrųjų, iš Nernst'o darbų išeina, kad nurodytomis sąlygomis bent kai kurioms kristališkoms medžiagoms entropė yra lygi nuliui. Bet kieti kūnai dažnai pasirodo įvairiais kristališkais pavidalais. Taigi ir absolutinio nulio temperaturoj tenka paisyti perėjimo vienos kristališkos formos į kitą. Toksai perėjimas bus surištas su tam tikra vidaus energijos atmaina U. Bet, einant Nernst'o teorema, $\frac{dA}{dT} = O$, o kaip jau mes anksčiau matėme, $\frac{dA}{dT} = - S$. Vadinasi, pereinant tai pačiai medžiagai absolutinio nulio temperatura iš vienos kristališkos formos į kitą, entropės atmaina yra lygi nuliui. Taigi, jeigu mes tos pačios madžiagos vienai kristališkai formai prileisime, kad jos entropė yra lygi nuliui, tai tokį prileidimą reikės padaryti ir kitos kristališkos formos atžvilgiu. Tokiu būdu susidaro galimybė suskaityti entropės absolutinę vertę, jeigu tik medžiaga absolutinio nulio temperaturoj yra kristališkoje būklėje.

Mes jau anksčiau matėme, kad $S = \Sigma dS = \Sigma C_v \frac{dT}{T}$. Kol medžiagos padėtis nesikeičia, vadinasi, kol medžiaga pasilieka, sakysime, kristališkoje būklėje, mes galime surasti šitą integralą grafiškai, atidėdami, sakysime, $\frac{C_v}{T}$ ordinatėmis, o temperaturos iutervalus abscisėmis. Žinoma, reikės surasti kalorimetriniais matavimais C_v labai žemose temperaturose, o tai jau nelengvas dalykas ir tokios rūšies darbas, kurį gali atlikti tiktai kai kurios gerai aprūpintos visokiomis priemonėmis labaratorijos. Be to, šilimos talpumas labai žemose temperaturose keičiasi šuoliais ir todėl šilimos talpumą, kaipo temperaturos funkciją, galima bus išreikšti tiktai pasirėmus kvantų teorija.

Kada mes pasieksime perėjimą kietos kristališkos būklės į skystą būklę, tai prie surastos entropės reikės pridėti jos padidėjimą slaptos tirpimo šilimos sąskaiton. Skystoje būklėje šilimos talpumas vėl keisis tolydinai su temperatura ir čia mes intregralui suskaityti galėsime kai kuriais atvejais pasinaudoti net ir empirine formule, išreiškiančia šilimos talpumą kaipo temperaturos funkciją ir t.t. Taigi, galima gauti entropės absolutinę vertę. Ir šiandien mes turime termodinamikoje lenteles absolutinės entropės vertės visiems cheminiams elementams ir net elektronams. Reikia, tačiau atsiminti, kad padarytos čia išvados neturi galios skystai būklei ir, vadinasi, neturi galios nekristališkai kietai būklei, nes pavyzdžiui, kietas stiklas skiriasi nuo skysčio tik savo nepaprastai dideliu klampumu. Vadinasi, gali būti, ir, be abejo, yra medžiagų, kurios, pasiekę absolutinio nulio temperaturą, bus kietoje būklėje, bet ne kristališkoje. Šiandien dar atviras klausimas, ar tokiai amorfiškai kietai būklei galima entropę prilyginti nuliui.

Pavyzdžiui, sakysim, reikia mums suskaityti laisvos energijos atmainą. šios reakcijos: (kietas) Pb + Br_2 (skystas) = $PbBr_2$ (kietas). Kadangi entropė yra aditivus dydis, tai šios reakcijos entropės atmaina $S = S_{PbBr_2} - S_b - S_{Br_2}$. Mes imame iš termodinamikos lentelių absoliutinės entropės vertes nurodytoms čia medžiagoms ir gauname: S=39,75 – 36,80 – 15,53 = – 12,58. Antra vertus, U kalbamajai reakcijai yra lygus — 65,965 kalorijų. Taigi, A = —ΔF = U – TS = —65965 — (—12,58.298) = —65965 + 298.12,58 = —62,215 kalorijų.

Šita šilima ir yra tikras veikiančių cheminių jėgų matas, kada susidaro iš švino ir bromo bromidas 25°C temperaturoj, Šitą reakciją mes galime varyti ir elektromotoriškai, ir iš elektrovaromosios jėgos galime suskaityti tos reakcijos laisvos energijos atmainą. Tai padarė Goerke ir gavo — 62.000 kalorijų. Tai yra dydis, kuris skiriasi nuo suskaityto iš terminių davinių tiktai 0,3%. Šitas metodas turi ypatingos reikšmės organinei chemijai. Aplamai, šitas metodas turi universalinės reikšmės. Bet jis dar ne pakankamai paprastas. Man rodosi, kad artimiausia ateitis įgalins mus čia kalbamus suskaičiavimus žymiai suprastinti. Mano viltis remiasi tokiais N. G. Lewis'o sumetimais. Jeigu pasiekus absolutinį temperaturos nulį visokių kristališkų medžiagų entropė virsta nuliu, tai žemindami temperaturą mes galime, taip sakant, entropę išvaryti iš kūno, o keldami temperaturą — įvaryti ją į kūną; nelyginant kaip ir iš druskos tirpalo mes galime išvaryti druską žemindami temperatūrą. Tokiu būdu iš pradžios abstraktinė entropės funkcija įgyja substancinio pobūdžio. N. G. Lewis ir kai kurie kiti termodinamikai ir ima traktuoti entropę kaipo substanciją. Antra vertus, entropė yra kūno padėties tikimybės funkcija, o tai, kaip jau mes minėjome anksčiau, anot Planck'o, yra visuomet įrodymas tam tikros diskretinės strukturos. Vadinasi, galima laukti, kad entropė yra medžiagos strukturos funkcija.

Senai jau, prieš 30 metų, man teko atlikti Zürich'o Politechniko elektrochemijos laboratorijoje elektrovaromosios jėgos matavimus [1], susidarant iš elementų kai kuriems sunkiųjų metalų halidams. Tų matavimų tikslas buvo patikrinimas Gibbs'o-Helmholtz'o lygties aukštose temperaturose. Iš elektrovaromosios jėgos matavimų įvairiose temperaturose buvo suskaitytas elektrovaromosios jėgos temperaturinis koeficientas $\frac{dE}{dT} = - S$ (išreikšta voltais). Aš duosiu čia trumpą ištrauką iš savo darbo:

$ZnCl_2$	408—608°C.	$\frac{dE}{dT}$ =	—0,00071
$PbCl_2$	466—706	„	—0,00073
AgCl	460—720	„	—0,00033
PbJ_2	405—000	„	—0,0007
AgJ	320—740	„	—0,0003
$ZnBr_2$	390—560	„	—0,00088
$PbBr_2$	389—700	„	—0,00083
AgBr	440—680	„	—0,0004

[1] Žiūr. V. Czepinski, Ueber die Aenderung der freien Energie der geschmolzenen Halogenverbindungen einiger Schwermetalle. Zeitschr. f. Anorganische Chemie, Band XIX, 1899, pusl. 208—282.

Čia mes aiškiai matome, kad entropė yra struktūros funkcija: cinko r švino chloridai pasižymi tąja pačia entrope, taip pat cinko ir švino bromidai. Antra vertus, vienvalenčio sidabro halido entropė yra beveik du sykiu mažesnė kaip dvivalenčių halidų.

Šita entropės ypatybė buvo mano pabrėžta straipsnyje, parašytame vokiečių kalba dar 1899 metais. Bet Nernst'o šilimos teoremos ir trečiojo termodinamikos dėsnio tuomet dar nebuvo ir jokių tolimesnių išvadų aš ir nedariau. Be to, būtų buvę ir per drąsu ir nemoksliška daryti kokius nors apibendrinimus, pasirėmus mažų davinių skaičiumi. Pradėjus dalykams aiškėti, aš vis laukiau progos atlikti dar eilę panašios rūšies matavimų. Bet, deja, tos progos nesulaukiau Lietuvos Universitete ligi šios dienos. Kalbamiems čia matavimams atlikti reikia turėti laboratoriją su tokiais įtaisymais, apie kuriuos mes kol kas tik svajojame, ir, be to, reikia turėti pakankamai laisvo laiko tyrinėjimais užsiimti.

Daug kalbama apie Universiteto reformą. Tikėsime, kad šita reforma pasirūpins ir tuom, kad profesoriai nebūtų tiek užversti paskaitų ir studentų praktikos darbais, kaip iki šiol buvo, ir kad Lietuvos Universiteto fizika ir chemija gaus galop tinkamas moksliškiems tyrinėjimams patalpas. Aš manau, kad tuomet ne vienas mūsų profesorių su didžiausiu džiaugsmu atsiduos moksliškiems tyrinėjimams. O kol kas galima duoti mūsų studentams tik paruošiamojo pobūdžio diplominius darbus. Pavyzdžiui, mano gerbiamas bendradarbis Slavinskas atliko diplominį darbą, matuodamas įvairių galvaniniu kombinacijų elektrovaromosios jėgos temperaturinius konficientus tirpaluose ir paprastose temperaturose. Slavinsko matavimai patvirtino mano matavimų išdavas, bet visiškai kitomis sąlygomis. Slavinskas išmatavo eilę vadinamų ionizacijos potencialų (pavyzdžiui, $Zn + 2\ominus = Zn^{++}$) tirpaluose įvairiomis temperaturomis, bet ne aukštomis. Duodu čia ištrauką iš jo matavimų:

$$\begin{array}{ll} Zn^{++}\ (ZnSO_4\ 1N) & +0{,}00084 \\ Cu^{++}\ (CuSO_4\ 1N) & +0{,}00085 \\ Zn^{++}\ (ZnCl_2\ 1N) & +0{,}00066 \\ Cu^{++}\ (CuCl_2\ 0{,}5N) & -0{,}00066 \\ Ag^{+}\ (AgCl) & -0{,}00038 \end{array}$$

Galop Slavinskas išmatavo įvairiose temperaturose elektrovaromąją jėgą susidarant cinko chloridui iš cinko chloro, ir normaliniam cinko chloridui gavo: $\frac{dE}{dT} = -0{,}00078$, beveik tokį pat dydį, kurį aš nustačiau skystam cinko chloridui temperaturos intervale 408–608°C.

Vadinasi, ir vandens tirpaluose entropės didumas visų pirma pareina nuo ionų strukturos ir jų valentingumo.

Galop tenka paminėti ir keletas anksčiau šios rūšies atliktų darbų, būtent, Bouty'o, Sitnikov'o, Gockel'io ir Jahn'o[1]. Paminėti čia tyrinėtojai matavo ionizacijos potencialus kai kurių metalų tirpaluose ir nustatė tų metalų temperaturinį kooficientą. Dažniausiai jie dirbo su normaliniais tirpalais. Duodu čia keletą davinių iš jų darbų:

[1] Jahn, Zeitschr. f. Physik. Chemie 1898, 26, 385.

Hg^{+} —0,00038 Zn^{++} +0,00070
Cu^{++} +0,00072 Fe^{+++} —0,00127.

Taigi ir tirpaluose paprastose temperaturose, ir esant druskoms (elektrolitams) skystoje būklėje aukštose temperaturose, entropė yra lygi tam tikrai konstantai, padaugintai valentingumo skaičium. Reikia tačiau turėti galvoje, kad temperaturinis koeficientas pasilieka pastovus tik tam tikrame temperaturos intervale. Artinantis prie elektrolito (druskos) virimo temperaturos, tasai koeficientas, vadinasi ir entropė, eina didyn ir itin smarkiai. Be to, kaip matyti iš duotų čia mano skaičių, to paties metalo druskų entropė pareina ir nuo halogeno (aplamai nuo aniono), su kuriuo tas metalas sujungtas. Antra vertus, entropė tirpaluose pareina ir nuo praskiedimo, būtent, einant didyn praskiedimui, eina didyn ir entropė. Nepaisant šitų komplikacijų, galima prileisti, kad skystoje būklėje, ar tai tirpaluose, ar aukštose temperaturose, entropė išreiškiama sandauga tam tikros konstantos ir valentingumo su tam tikrais korektivais praskiestiems tirpalams iš vieno šono, ir arti nuo virimo temperaturos, iš antro šono. Labai žemose temperaturose entropė, kaip šilimos talpumas, seka kvantų dėsnį. Padaryti galutinas išvadas šituo klausimu šiandien negalima, nes reikia dar atlikti visą eilę matavimų, ir labai žemose temperaturose, ir aukštose temperaturose. Be to, yra ir išimčių. Pavyzdžiui, švino, platinos, gyvsidabrio ionizacijos potencialų temperaturinis koeficientas bent tirpaluose yra labai mažas ir, tarytum, nieko bendra neturi su tų metalų valentingumu. Taigi, norėdami prieiti prie galutinių išvadų, mes turime laikytis G a u s s'o patarimo ir visų pirma atatinkamais bandymais išaiškinti esamas išimtis. Nurodyta čia kryptimi ir tikimasi varyti tyrimus Lietuvos Universiteto fizinės chemijos laboratorijoje.

Pažymėsime vienvalentės medžiagos entropę, išreikštą voltais, ženklu s. Tad dvivalentės medžiagos entropė bus 2s, o trivalentės 3s ir t.t. Bet, jeigu mes suskaičiuosime entropę vienam gram-atomui medžiagos džiauliais, tai vienvalentės medžiagos entropė Fs*, dvivalentės 2F.2s=4Fs, trivalentės 3F.3s=9Fs, n-valentės $nFns=n^2Fs$. Vadinasi, atominės entropės įvairaus valentingumo atomų santykiai yra kaip $1:2^2:3^2...n^2$, kaip eilinių skaičių kvadratai. Antra vertus, stipinai 1, 2, 3-os ir t.t. elektronų zonų santykiauja taip pat kaip $1^2, 2^2, 3^2$... Entropė yra energijos talpumo veiksnis, o tasai talpumas, be abejo, pareina nuo elektroninės atomų strukturos. Bet skelbti šitą išvadą kaipo bendrą dėsnį negalima, kol atatinkamais bandymais bus išaiškintos mano anksčiau paminėtos išimtys.

Aprašytas čia metodas laisvai energijai suskaityti, turi didžiausios reikšmės laboratorijai ir dirbtuvei. Pavyzdžiui, chemikas, mėgindamas kokios nors naujos organinės medžiagos sintezę, turi galimybės suskaityti tos medžiagos susidarymo laisvą energiją. Jis tada matys, ar projektuojamas jo procesas yra galimas termodinaminiu atžvilgiu, ar ne. Jis bus galimas, jeigu jis bus surištas su laisvos energijos mažėjimu ir, vadinasi, su entropės didėjimu. Bet ir termodinaminiu atžvilgiu galimas procesas savaimingai gali eiti taip lėtai, kad chemikui nebus iš to proceso jokios naudos. Bet tada chemikas gali ieškoti atatinkamų katalizatorių, iš anksto žinodamas, kad

* F=96540 kulonų, elektros kiekis surištas su 1 ekvivalentu medžiagos.

jo darbas nebus bergždžias. Bet, jeigu procesas termodinaminiu atžvilgiu negalimas, tai katalizatorių ieškojimas būtų tik darbo ir laiko gaišinimas.

Kad parodyčiau nepaprastai didelę išdėstytos čia teorijos reikšmę gamybai, aš paminėsiu čia tik vieną pavyzdį, būtent oro azoto fiksavimą amoniako pavidalu. Didžiojo karo metu milžiniškas ir galingas Didžiosios Britanijos laivynas atkirto Vokietiją nuo versmių įvairios žalios medžiagos, kuri buvo reikalinga jos žemės ūkiui ir jos pramonei. Tarp kitko Vokietija neteko Čili salietros, kurią jį gausiai vartojo prieš didįjį karą savo žemei tręšti ir sprogstamoms medžiagoms gaminti. Prieš Vokietijos fizikus-chemikus atsistojo problema gelbėti sunkią, ypač karo metu padėtį ir ant greitųjų surasti salietros substitutą. Berlino kaizerio Wilhelm'o fizinės chemijos ir elektrochemijos instituto direktorius Haber'is, vienas iš žymesnių Vokietijos fizikų-chemikų, išsprendė šitą uždavinį pasirėmęs čia nurodytu metodu laisvai energijai suskaityti ir tos energijos ryšiais su reakcijos $N_2+3H_2 \rightleftarrows 2NH_3$ pusiausviros konstanta $K = \frac{C^2_{NH_3}}{C_{N_2} \cdot C^3_{H_2}}$ pagal termodinaminę van t'Hoff'o lygtį $A = -\Delta F = RT \ln K$ Jis aiškiai parodė, kad pakankamai padidinus spaudimą, azotas tiek gerai jungsis su vandeniliu, jog apsimokės techniškai realizuoti amoniako gamybą. O jau iš amoniako senai žinomu ir, sulyginti, paprastu metodu galima bus gauti ir azoto rūgštį, reikalingą sprogstamų medžiagų gamybai ir įvairias azoto druskas, reikalingas žemei tręšti. Jau nekalbant apie tai, kiek tai padėjo Vokietijai karo metu, reikia pasakyti, kad šiandien amoniako pramonė Vokietijoje suteikia uždarbio 30.000 žmonių ir sutaupo 700.000 tonų salietros, kaina 700 milionų aukso markių, kuri buvo importuojama iš Čili Vokietijon prieš didįjį karą.

Todėl suprantama, kad Vokietijos vyriausybė, nepaisant ir dabar dar sunkios savo krašto finansinės padėties, nesigaili lėšų mokslo reikalams. Ir ne tik nesigaili, bet gerai supranta ir tą dalyką, kad negalima prikišti mokslui prievolės užsiimti tik tokiais tyrinėjimais, kurie žada valstybei pelną, o palieka mokslininkams laisvę užsiimti tuom, kas mokslininkams yra įdomu, suprasdama, kad jeigu mokslininkai ieškos tiesos ir vienur ir kitur suras tos tiesos trupinėlį, tai bus ir visuomenei medžiaginė nauda. Taigi, vienas Vokietijos ministerių p. Saemisch, sveikindamas š. m. Gegužės mėn. 10 d. Vokietijos fizikų-chemikų Bunsen'o vardu draugijos kongresą Berline, taip sako: „Kilniausis ir gražiausis visų kultūringų valstybių uždavinys yra nesigailėti lėšų mokslo reikalams“.

Iš viso to aišku, kad mokslo ir moksliškai organizuotos gamybos srityse nėra prieštaravimų tarp teorijos ir praktikos. Tik mažai apsišvietę ir nekultūringi žmones nuolat tvirtina, kad praktika yra pagrindinis dalykas, o teorija niekai. Bet tokie žmonės net nesupranta, kas tai yra praktika, ir todėl ta jų taip gerbiama praktika yra neišmintinga. Tuo tarpu išmintingas ir tuo pačiu laiku praktiškas žmogus, dinamito ir kitų sprogstamų medžiagų išradėjas, inž. Alfredas Nobel'is, kuris savo išradimais sugebėjo sukrauti sau milionus turto, visą šitą turtą užrašė taikos darbams remti ir taikos propogandai varyti. Tarp kitko pareiškė, kad jis norėtų, idant jo turtais visų pirma būtų padėta svajotojams, kuriems, kaip žinoma, labai sunku gyventi „ant šio svieto“. Matyt, Nobel'is gerai suprato, kokios reikšmės

turi gera teorija milionams sukrauti. Jam aiški buvo šių poeto žodžių didelė tiesa: „Kilnaus ir nešališko proto dieviška beprotybė niekuomet ne svyruoja ir nenurimsta, bet kenčia ir dirba, kol suranda visą tai, ką numato, arba nesuradus tveria iš anksto numatys dalykus". Tai liečia visus tokius svajotojus teorininkus, kaip Carnot'as.

Taigi ir Jūs, jaunieji komilitonai, ieškokite Universitete visų pirma išminties, stengdamiesi suderinti savo protavimą ir akciją, savo teoriją ir praktiką. Taip įsigyta išmintis atpalaiduos Jūsų energiją ir dvasią nuo sunkių paveldėtų „kompleksų", jeigu jau pasinaudoti naujosios psichoanalizės terminologija. Tad Jūs netapsite vergais ir gerbėjais tos fizinės pajėgos, kuri, veikdama spontaniškai, be jokios sąmoningos kontrolės, varo pasaulį į chaosą. Be pasipriešinimo, be kliūčių nėra kovos, nėra teigiamo vaisingo darbo. Žiaurus ir nepermaldaujamas entropės dėsnis teikia jums kaip tik progos išmiklinti ir ištobulinti savo fizines ir dvasines pajėgas, kuriant iš chaoso koordinuotus ir tvarkingus padarus ar tai religijos ir meno srityje, ar mokslo srityje. Tik eidama tokiu keliu žmonija gali tapti fizinės pajėgos šeimininkė ir padaryti sau iš jos ištikimiausią tarnaitę. Reikia ištirti ir suprasti fizinę pajėgą. Niekeno nekontroliuojama, dažniausiai, ji būna piktu gaivalu. Išminties ir meilės vedama ji yra galinga priemonė kilniems kultūros ir progreso tikslams atsiekti.

Tikėkite, kad ir mūsų, sulyginti, neturtingas kraštas turi dar daug visokių medžiaginių ir dvasinių turtų, kuriuos mums reikia pakelti. Jūs sugebėsite tai atlikti, jeigu įsigysite čionai reikalingų žinių, disciplinuosite savo imaginaciją ir sustiprinsite savo proto gabumus, nepamiršdami tačiau, kad šitie geri dalykai be tolerancijos, be doros, be sąžinės ir meilės nustoja humanistinės vertės. Tikra išmintis ir meilė yra neperskiriami dalykai. Taip bent mano didysis krikščionybės apaštalas Povilas ir gamtos mokslų pionierius Leonardo da Vinci, didelis Italijos Renesanso laikų menininkas.

Baigdamas, aš kviečiu Jus prie kilnaus darbo nurodyta čia prasme ir linkiu Jums kuo didžiausio pasisekimo.



Kaip tiriama ir kas žinoma apie Žemės atmosferos aukščiausius sluoksnius?

Prof. Pr. Dovydaitis, Kaunas.

Šių metų Vasario mėn. 8—9 d. naktį Lietuvos šiaurarycių padanges nušvietęs meteoras, o taip pat kalbos apie raketų varomus lėktuvus, kuriais manoma pasiekti aukščiausius atmosferos sluoksnius ir juos ištyrinėti, daro įdomų klausimą, kas jau šianden mokslui yra žinoma apie aukščiausius mūsų Žemės atmosferos sluoksnius. Todėl apie tai čia ir patieksime tų žinių pluoštą.

1. Kiek iki šiol yra pasiekęs žmogus ir jo pasiuntiniai į oro aukštumas?

Žmogui rūpi ne tik giliau į Žemę įsikasti ją betyrinėjant[1], bet taip pat ir pakilt aukštyn į beribęs atmosferos erdves. — Pirmųjų tikrų žinių apie

[1] Naujausi pasiekimai šioj srity suminėti straipsnely „Vis gilyn į Žemę" Kosmo 1927 m. 337—340 pusl.

meteorologinius vyksmus didesnėj aukštumoj suteikė jau 1804 m. prancūzai Biot'as ir Gay-Lussac'as, pasikeldinėję balonu iki 7000 metrų aukščio. Tačiau tikruoju mokslinės aukštumų orotyros tėvu laikomas anglas Glaisher'is, kuris, Coxwell'io padedamas, turėjo drąsos ir sumanumo 1862–66 metų tarpe 28 kartus pasikelt į orą, ir vieną kartą, net neturėdamas pasiėmęs deguonies, buvo pasiekęs 8000 m.

Naujoms žinioms gauti, vokiečių meteorologas R. Assmann'as 1893—99 m. laikotarpy buvo suorganizavęs 69 planingai prirengtus pasikėlimus balonu. Nepaprastai drąsią kelionę aukštyn tais laikais, kuomet dar neturėta lengvai valdomų lėktuvų, o temokėta naudotis tik nevaldomais balonais, yra šio šimtmečio pradžioj (1901. VII. 31) atlikę vokiečių mokslininkai profesoriai Süring'as ir Berson'as.

Profesorius Süring'as jau pats vienas buvo pasikėlęs iki 8000 m. O kai Prūsų Meteorologijos Institutas jam padovanojo 8400 kubikinių metrų baloną, tai Süring'as su Berson'u šiuo laisvu balonu buvo pasiekę iki tol nepasiektos aukštumos. Kai juodu buvo iškilę arti 10000 m, tai atsidūrė 30—40 gradų temperaturoj. Laikrodžio mechanizmas ir registracinio barometro rašalas sušalo. Bet lėkikai dar registravo aukštumą patys, nors ir jausdami vis didys einantį nusilpimą. Pasiekus 10500 m, Berson'as pasijutęs be jėgų ir ištiesęs ranką, kad patrauktų ventilį, krito be sąmonės. Süring'as, norėdamas jį atgaivinti, kišo jam į burną savąjį vamzdį su deguonim; bet kai ir jis panorėjo patraukt ventilį, tai turėjo vėl vamzdį su deguonim atsiimt, ir vos tik patraukęs ventilį, ir patsai krito be sąmonės. Ir tiktai kai, atidarius ventilį, balonas pradėjo leistis žemyn ir buvo nusileidęs iki 6000 m, tai abu lėkiku atsipeikėjo, jausdamu visus aukštumų ligos simptomus. Tačiau juodviem veikiai pavyko baloną paimt savo valdžion ir laimingai nusileist, išbuvus ore 8 valandas. Manant, kad ir ventilį atidarius balonas dar truputį buvo kilęs aukštyn, lėkikai suskaičiavo, kad jiedu buvo pakilę iki 10800 metrų.

Per pusę ketvirčio šimtmečio nuo tos nepaprastai drąsios kelionės, mokslinė aukštumų orotyra padarė daug naujų žygių, kai savo reikalui pradėjo naudotis aitvarais ir registraciniais bei pilotiniais balonais (paleistais aukštyn be žmonių, o tik su atatinkamais aparatais), ir pagaliau valdomais lėktuvais (aeroplanais).

Tuo būdu jau 1902 m. beveik vienu kartu vokietis Assmann'as ir prancūzas Teisserenc de Bort'as įrodė, kad artimiausias prie Žemės oro sluoksnis, vadinamoji troposfera, baigiasi 11—17 kilometrų aukštumoj, nevienodai pagal geografines platumas ir metų laikus.

Oro aukštumas tyrinėti tam tikrais aitvarais ir parištais balonais ypač buvo suskatę olandų meteorologai nuo 1911 metų. Jie, antai, nuo 1911 m. Birželio mėn. iki 1917 m. galo buvo paleidę 621 aitvarą ir 112 parištų balonų. Iš tų 621 aitvarų 56 (taigi 9%) buvo pasiekę aukščiau kaip 3000 m; 1912—1914 metais tiek iškilusių aitvarų buvo 13½% (43 iš 317). Du kart aitvaro aparatas pakilo per 4000 m. Tačiau aitvarų laidymui padarė galą 1919 metų Lapkričio mėn. šalta ir vėjuota diena, kuomet svarbiausiam aitvarui 2000 metrų aukštumoj skėlė į viršugalvį perkūnas, sudegindamas ir daugiau kaip 4000 metrų jame buvusios vielos. Kai aitvarų laidytojas ir vadovas peršalęs ir permirkęs grįžo namon, tai rado savo kambary žinią, kad vienas

aeroplanas buvo pakilęs iki 5000 m aukščio ir parsinešęs iš ten meteorologinių žinių. Šitai ir nulėmė, kad aukštumų orotyrai buvo atsisakyta naudotis parištu įrankiu, o atiduota pirmena laisvai skriejančiam aeroplanui.

Todėl olandai nuo to laiko pradėjo intensyviai kilnotis aeroplanais. Per septynetą metų (1920—1926) jie buvo pasikėlę į aukštumas 2021 kartą. Didumą tų lėkimų atliko karininkai Need, Bakkenes, van der Griend, Beekman, De Vos, Rombauts, Oostindië ir Both. Vidutiniškai imant, 53,5% pakilimų buvo aukščiau kaip 5000 m. Šiame darbe piloto Bakkenes'o vardas tapo internacialus. Jis 1920 m. buvo pasikėlęs 169 kartus, 1921—313, 1922—202 ir 1923—210 kartų. Aukštumo rekordą pasiekė 1925 m. Rombauts ir Oostindië, pakildamu iki 5430 m (tais metais skaičius pakilimų per 5000 m aukščio sudaro 93 5%). Aeroplanu „De Kooy" nuo 1921. IX iki 1927. I buvo pakilta 996 kartus, tame skaičiuj 200 kartų per 5000 m.

Aukščiau už mokslininkus yra aeroplanais pakilę sportininkai. Iš dienraščių turiu užsirašęs, kad prancūzas Callizo 1924 m. buvo pakilęs 12000 m, anglų kapitonas Gray (1925 ar 1926?) buvęs pakilęs 12741 metrą, o kažkoki Amerikos lėkikai net 13041 m (Lietuva 1927. XI. 16, 259 Nr.). Šiais ar pereitais metais, rodos, buvo skelbiamas kažkieno pasiektas dar šimtu ar dviem metrų didesnis rekordinis aukštumų skaičius.

Tačiau iki šiol aeroplanams vis dar nepavyko pasiekt tokių aukštumų, iš kokių parneša žinių registraciniai ir pilotiniai balonai. Nes, antai, jau 1913—14 m. Batavijoj paleisti aukštyn balonai tik su instrumentais buvo pasiekę aukštį iki 31 km: paskutinesniu laiku vienas registracinis balonas pasiekė 34,5 km, o pilotinis balonas 38,6 km; suskaičiuojama, kad lygiai tiek pat (38,6 kilometro) buvo pakilęs ir šovinys tos armotos („dicke Berta"), kuria vokiečiai per praėjusį karą iš savo pozicijų Prancūzijoj buvo šaudę į Paryžių. — Aukščiau nuo Žemės iki šiol dar nėra pakilęs joks žmogaus pasiuntinys.

Dabar pažiūrėsime į Žemės pasiuntinius, tuo vardu pavadindami josios aukščiausius kalnus, debesis ir pačią atmosferą. — Aukščiausias Žemės kalnas yra, kaip žinoma, Everestas (Himalajuose), kurio aukštuma yra 8882 metrai, ir į kurį užkopt iki šiol dar nėra pavykę nė vienam žmogui [1].

Pakylantieji nuo Žemės paviršiaus vandens garai ir susitelkusieji įvairaus pavidalo debesimis esti nuo Žemės labai nevienodame aukšty. Antai, vadinamų kamuolinių (cumulus) ir lietaus debesų aukštis nesiekia nė 2000 m; klodinių (stratus) debesų sritis yra tarp 3000 ir 7000 m; sruoginių (plunksninių, cirrus) debesų vidutinis aukštis 7000—11000 m[2]; atogrąžų kraštuose šie debesys pasiekia aukštį per 15000 m; pagaliau, kai kuomet naktimis šviečiantieji debesėliai, manoma, pasidariusieji iš Žemės ugnikalnių išmestos medžiagos smulkiausių dulkelyčių pavidalu, suskaičiuojami laikąsi 70—80 kilometrų aukštumose. — Dar iš didesnių aukštumų (80—150 km) šviečia šiaurės pašvaisčių šviesa. Maždaug nuo šiokios (120—160 km) aukštumos manoma sušvintant ir meteorus, kai jie, čia susidūrę su Žemės atmosfera, įkaista; vadinasi, ateinantieji pas mus meteoritai jau pasiskelbia tokioj aukštumoj, kurią gautume ant vienas kito sudėję bent 18 tokių kalnų, kaip Everesto.

---

[1] Apie paskiausio laiko, nors ir žmonių aukomis užmokėtas, bet vis dėlto savo vyriausiojo tikslo nepasiekusias, ekspedicijas skaityk Kosmos 1920—21, 364—366 pusl.; 1922—23, 172—176, 261—260; 1925, 372—376.

[2] Smulkiau apie debesų pavidalus ir jų aukštį skaityk Kosmos 1927, 352—355.

2. Kas žinoma apie aukščiausius atmosferos sluoksnius?*

Atmosferos aukštumų tyrinėjimai teikia pagrindo manyti, kad visi mūsiškiai oro vyksmai įvyksta vidutiškai 10 kilometrų aukštumoj, vadinamoj troposferoj. Saulės spindulių įkaitintos oro srovės aukščiau nepakyla, taigi aukščiau nesiekia nė pasikeičiantieji horizontališki (gulstini) oro judėjimai (vėjai). Ir debesų pasidarymas bei jų krituliai (lietus, sniegas, kruša) taip pat vyksta tik troposferos ribose. Temperatura troposferoj juo aukštyn, juo krinta žemyn. Ogi tame sluoksny, kuris yra viršum troposferos (aukščiau kaip 10 km), vadinamoj stratosferoj, temperatura tik nedaug kinta nuo aukštumos, arba net vėl pakyla aukštyn. Štai, aukščiau minėtieji 1913 – 14 m. Batavijoj paleisti balonai 17 km aukštumoj užregistravo—85⁰, (vienų vieną kartą $15^1/_2$ km aukštumoj rodė net — 92⁰), o 26 km aukštumoj tik — 55⁰.

Pačiu Žemės paviršium oras, kaip žinoma, yra iš $^4/_5$ azoto (slopuonies) ir $^1/_5$ oksigeno (deguonies) mišinio; prie čia dar prisideda kintami kiekiai vandens garų (vandeniui išdžiūstant) ir truputėlis anglirūkšties dujų, kurios pasidaro taip pat vyksmuose paliai pati Žemės paviršių. Drėgmės ir anglirūkšties kiekiai, kylant aukštyn, rodosi, eina mažyn; ogi paties oro sudėtis ir didelėj aukštumoj yra tokia pat, kaip ir pačiu Žemės paviršium. Tatai rodo šiaurės pašvaisčių stebėjimai. Tą pačią šviesą stebint iš dviejų (telefonu sujungtų) vietų ir sumatuojant jos aukštumo kampą viršum horizonto, suskaičiuojama ir tos šviesos aukštis nuo Žemės paviršiaus. Tokių matavimų paskutiniaisiais metais daug padaryta Norvegijoj. Sumatuota jų didžiausią aukštį esant 300 m, o ypačiai stiprių pašvaisčių šviesa (1920 m.) siekusi net 1000 km aukštumo.

Pačios pašvaistės, manoma, kylančios tuo būdu, kad stipriai praskydusį orą pasiekia iš Saulės einąs materinio pobūdžio spindėjimas (gal būt, elekronai) ir sušvitina jo daleles. Pašvaisčių šviesą tyrinėjant spektrometru, pastebimas tarp kita ko labai būdingas žalias brūkšnys, kurio kilmė ilgą laiką buvo neišaiškinta. Dabar surasta, kad šį brūkšnį ir visą pašvaistės šviesos spektrą siunčia azotas ir oksigenas. Taigi, šių dujų turi būt esama atmosferoj ir 1000 km aukštumoj, nors ir labai skystai (retai, nes oro spaudimas, kurį mums ant Žemės barometras parodo 760 mm gyvsidabrio stulpu, 50 km aukštumoj jau teturi 1 mm, o 250 km aukštumoj tiktai vieną dešimtąją vienos miliardinės milimetro dalies; taigi, oro dujų skystumas (retumas) čia (250 km aukštumoj) yra daug didesnis, negu kokį galime padaryt geriausiomis mūsiškėmis oro pompomis Rentgeno arba kituose tam tikruose vamzdžiuose.

Taip pat ir meteorų stebėjimai rodo, kad aukštumose per 100 km dar turi būt oro. Kai šie smulkelyčiai pasaulio kūneliai, kurių didesni ar mažesni kiekiai pasitaiko visur ant Žemės kelio aplink Saulę, per arti prieina prie Žemės, tai Žemė juos pagauna ir jie krinta ant jos dideliu greitumu, apie 40 km per sekundę (šautuvo kulkos greitis tik 1 km per sekundę!). Patekę Žemės atmosferon jie pradeda į ją brūžintis, ir įkaitę pradeda šviesti; smulkūs meteorito akmenėliai taip ir sudega, išgaruoja belėkdami, o didesni, nespėję sudegti, nukrinta ant Žemės. Matavimai parodė, kad meteoritai sušvinta, vidutiniškai imant, 120—150 km aukštumoj, o atlėkę iki 40 km prie Žemės, vėl užgęsta.

* Čia eina beveik grynas vertimas iš „Die Umschau“ 1928, 476—478.

Aukščiau buvo pasakyta oksigeno esant ir aukščiausiuose atmosferos sluoksniuose; dabar tą pasakymą tenka šiaip papildyti: įtikima, kad didesnėse aukštumose labai maža oksigeno dalis randasi ozono pavidalu. Skirtumas tarp mūsų įkvepiamo oksigeno ir ozono yra tas, jog kiekviena oksigeno molekulė turi po du oksigeno atomu, o ozono molekulė yra sudaryta iš trijų tokių atomų.

Kad aukštesniuose atmosferos sluoksniuose esti ozono, prieita šiokiais pasvarstymais ir stebėjimais: Saulės spektras staiga pasiliauja 290 μμ (1 μμ=1 milioninė milimetro dalis) bangomis; trumpesnių ultravioletinių spindulių Saulės šviesoj neįrodoma, nors, Saulei turint temperaturą 6000⁰, reikėtų laukt spindulių dar su trumpesnėmis bangomis. Tokių spindulių tikrai esti Saulės šviesoj šalia Žemės atmosferos; o jei jie nepasiekia Žemės paviršiaus, tai čia juos turi absorbuot (sugert) atmosferos ozono sluoksnis 45—50 km. aukštumoj. Lordas Rayleigh padarė tokį eksperimentą: gyvsidabrio garų lempos šviesai iš 7 km tolio jis leido kristi ant fotografijos plokštelės ir galėjo čia įrodyt esant ultravioletinės šviesos su 254 μμ ilgumo bangomis. Vadinasi, žemieji atmosferos sluoksniai, kuriuose nėra ozono, šios trumpų bangų šviesos neabsorbuoja. O kai toks pat eksperimentas buvo padarytas ant Teneriffos kalno, kame dėl didesnės aukštumos ore jau esama ozono, tai spektras nutrūko pasiekęs 290 μμ.

Berods, ozono kiekis aukštesniuose oro sluoksniuose yra labai mažas: trijuose milionuose oro literių tėra vienas ozono literis. Tačiau šis mažas ozono kiekis turi didžiausios biologinės reikšmės, nes ozonas iš Saulės spindulių išima tuos fiziologiškai stipriai veikiančius, trumpesnius kaip 290 μμ spindulius, kurie trumpu laiku skaudžiai nudegintų mūsų odą. O jau ilgesnių (apie 300 μμ) bangų spinduliai, kurie Saulės šviesoj dar palieka, mūsų odą tik nurudina ir yra mums visai pakenčiami.

Nuo kokios dešimties metų mūsų atmosferoj paplito dar naujos rūšies spindulių, kurie savo esme yra identiški su šviesos spinduliais ir skiriasi nuo jų tik kiekybiškai, vadinasi, daug ilgesnėmis bangomis; tai, būtent, yra tos elektrinės bangos, kurias siunčia šių dienų radio mašinos. Nuostabūs pasisekimai su visai trumpomis bangomis, nueinančiomis labai toli — konstatuota, kad viena 15 m banga du kartu apėjo aplink visą Žemę per $1/7$ sekundos — išaiškinami tik priimant, kad kokių 100 km aukštumoj yra tų bangų leidžiamasis oro sluoksnis, vadinamas Heavisido sluoksniu. Kadangi Žemės paviršius taip pat yra laidininkas, tai elektrinės bangos virpa isoluojamame oro sluoksny kokių 100 km storumo, kuris yra tarp dviejų laidininkų; ogi laidininkas elektrines bangas atmuša panašiai, kaip veidrodis šviesos spindulius. Atsimušdamos į abu laidininku bangos taip daugel kartų daužydamosi ir apeina aplink visą Žemę. Stebint ateinančias bangas galima nustatyt ir Heavisido sluoksnio storis; jis naktį vasarą turi 90—130 km, o žiemą 250—350 km storio. Jei oras šiame sluoksny taip gerai veda bangas, tatai matyt iš to, kad ozonas čia yra absorbavęs ultravioletinius Saulės spindulius.

Čia patiektosios žinios apie aukščiausius atmosferos sluoksnius visai skiriasi nuo to vaizdo, kokio kalbamuoju klausimu turėta dar visai nesenai, tik prieš kelerius metus. Pirmiau buvo manyta didelėse aukštumose visai

nesant azoto ir oksigeno dujų, bet visą atmosferą ten esant sudėtą tik iš hidrogeno (vandenilio), kuris turėjęs ten susitelkti, kaipo visų dujų lengviausias. Prieš šiokį manymą dabar kalba faktas, kad žemutiniuose oro sluoksniuose nėra jokios vandenilio žymės.

Plačiau ir su moksliniu pagrindimu šiame straipsnely paliestais klausimais kalba J. Bartels savo straipsny-paskaitoj „Die höchsten Atmosphärenschichten" savaitrašty „Die Naturwissenschaften" 1928, 301—307 ir tuo pat vardu studijoj referate surinktinėse knygose „Ergebnisse der exacten Naturwissenschaften" VII Band (Berlin 1928).



Iš gamtininkų gyvenimo ir darbų.

Karl Giesenhagen
1860—1928.

Taurios sielos žmogus, įžymus mokytojas ir vaisingas tyrinėtojas, Müncheno Universiteto profesorius botanikas Karlas Giesenhagen'as mirė 1928. IV. 7. Kilęs iš Meklenburgo (gimė Teterow'e 1860. IV. 18), gimnaziją išėjęs Güstrow'e, studijavęs Rostoko, Berlino ir Marburgo universitetuose, jis didesnę savo gyvenimo dalį (37 metus) pastoviai išgyveno Münchene. Jau vaiku būdamas jis pamėgo savo gimtinės gamtą, susižavėjo jos „tūkstančiu stebuklų" ir išugdė savy norą išvykt į platųjį pasaulį ir pamatyt karštųjų Žemės kraštų dar apstingesnius gamtos stebuklus. Vėliau šis jo noras galėjo būt patenkintas, ir jis kaip tyrinėtojas aplankė Malajų kraštus (apie tai jis pasakoja 1902 m. išėjusioj knygoj „Auf Java und Sumatra. Streifzüge und Forschungsreisen im Lande der Malayen"). Nenuilstamai dirbdamas kaip aukštosios mokyklos profesorius, pasižymėjo ir kaip mokytojas, ir kaip mokslinio darbo organizatorius. Botanikos Institutas prie Aukštosios Technikos Mokyklos Münchene yra perdėm jo kūrinys. Čia, tarp kita ko, jis įtaisė salę darbams su mikroskopu, kurioj vienu metu galėjo dirbti apie pusę šimto studentų.

Kai jis 1891 m. buvo patapęs „kustos" kryptogamų herbaro Münchene, tai tatai bus paveikę, jog ir savo moksliniams tyrinėjimams jis buvo paėmęs pirmoj eilėj bežiedžius augalus ir savo gimtajame krašte ir atogrąžų kraštuose. Pirmoj eilėj jis dirbo su paparčiais — jis buvo šios srities geriausias žinovas —, o paskui su algiais, grybais, dalimi taip pat ir su samanomis. Apie šias augalų grupes jis yra parašęs daugiau kaip trejetą dešimtų raštų. Jo dažnai buvo atsiklausiama kaip eksperto apie rinkose pasirodančių grybų vertę, o painiais klausimais apie piktąjį namų grybelį jis buvo geriausias ekspertas visoj Bavarijoj. Buvo ir naudingųjų kulturinių augalų specialistas. Botanikos mokslui eiti aukštojoj mokykloj yra parašęs didelio pasisekimo turėjusį botanikos vadovėlį (Lehrbuch der Botanik), kurio dešimtąjį leidimą jis parengė jau mirtinai sirgdamas. Į šį vadovėlį jis taip pat buvo sudėjęs begalę darbo per 30 metų, jį vis gerindamas.

Ir filosofiniai botanikos klausimai jam nebuvo svetimi. Vieną kartą jis ir viešumoj tais klausimais išsitarė, atseit apie descendencijos klausimą botanikos atžvilgiu. Būtent, knygoj „Die Abstammungslehre" (Jena 1911),

sudarytoj iš Vokietijos ir Austrijos įžymiausių gamtininkų paskaitų, skaitytų 1910/11 m. Müncheno Gamtininkų Draugijoj K. Darvino 100 metų gimimo sukaktuvių proga, zoologų tarpe randame ir vienintelio botaniko K. Giesenhagen'o paskaitą tema: „Anzeichen einer Stammesentwicklung im Entwicklungsgang und Bau der Pflanzen" (pusl. 291—320). Štai tos paskaitos davinių santrauka:

„Paleontologijos atskleista tradicija mums parodo, kad augalų rūšys, kurios šiandien gyvena ant Žemės, yra kilusios iš kitokio pavidalo augalų rūšių ankstybesnėmis Žemės gadynėmis. Eksperimentiniai tyrinėjimai ir stebėjimai paveldėjimo šiandien gyvenančiuose organizmuose mums įrodo, kad augalų rūšiniai charakteriai kinta, kad ypačiai bastardavimu ir mutacija gali iš esamų augalų rūšių kilt naujos rūšys. — Augalų kūno strukturos ir plėtojimosi eigos lyginamasai stebėjimas įteisina mus padaryt išvedimą, kad augalų rūšys, nuolant veikiamos išviršinių gyvenimo apystovų, pameta turimąsias plėtotės galimybes ir įgyja naujų plėtotės galimybių ir tuo būdu gali giminės istoriją pavaryt pirmyn (eine stammesgeschichtliche Fortbildung erfahren können). — Toks tai yra pagrindas, ant kurio mes privalėtume statydinti toliau".

Tačiau tai dar ne viskas, ką paskaitos autorius turėjo šioj galutinėj išvadoj pasakyt. Jis kalbamuoju klausimu dar pridėjo ir savo „bet": „Bet mes turime saugotis jį (tokį pagrindą) laikyt esant nepaliečiamą dogmą ir eventualiai lyg kokia gamtomoksliška antimodernizmo priesaika[1] pririšt gamtotyrą prie šio pagrindo visiems laikams. Kaip tiktai tiesioginis patyrimas iškels aikštėn nedviprasmių neigiamų instancijų, kurios nieku būdu nesiderina su mūsiškėmis analogijos ir indukcijos išvadomis, tai mes turime būt pasirengę atatinkamai pakeisti mūsų tezes ir jas suderinti su naujai pažinta tiesa, nes neklaidingumo mokslo dalykuose neduota nė vienam žmogui. Tačiau iki šiol tokių negativių instancijų dar nėra".

Mirė Giesenhagen'as po penketo mėnesių kantriai iškęstos ligos „spindinčiomis akimis dėkodamas už kiekvieną jam atnešta gėlę", ir palikęs apie save visiems šviesią atmintį.

Platesnį nabašninko asmenybės apibūdinimą ir jo darbų įvertinimą įdėjo prof. G. Dunzinger'is leidiny „Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft" 1929 m. Gegužės mėn. sąsiuviny. *Pr. Dovydaitis.*

Edwin Ray Lankester
1847—1929.

Šių metų Rugpjūčio mėn. 15 dieną Londone mirė vienas didžiųjų šių laikų biologų Edwin Ray Lankester, kuris per daug metų Anglijos zoologų tarpe turėjo labai žymią vietą. Jis ypačiai daug dirbo gyvūnų morfologijoje. Beveik nėra tos gyvūnų grupės, kurios Lankesteris būtų nestudijavęs ir kurion nebūtų ko nors naujo įdėjęs.

E. R. Lankesteris gimė Londone 1847 m. Gegužės mėn. 15 d. Jis buvo vyriausias sūnus gerai žinomo tuo pačiu vardu gydytojo šeimoje. Mokinosi Šv. Pauliaus mokykloje Londone, vėliau turėjo stipendiją Downing'o kolegijoj ir, būdamas septyniolikos metų, įstojo į Cambridge'o Universitetą.

---

[1] Tuo laiku Vokietijoj buvo aktualu ginčytis dėl antimodernizmo priesaikos.

Tačiau po dvejų metų nuėjo į Oxford'o Universitetą, kame studijavo zoologiją. Baigęs studijas Oxforde ir gavęs pašalpos toliau studijuoti, Lankesteris nuvyko 1870 m. į Neapolį, kame jis tyrinėjo jūrių gyvūnus ir bendrai dirbo su A. Dohrn'u, Neapolio zoologijos tyrinėjimo stoties įsteigėju, ir F. Balfour'u, gerai visiems žinomu embriologu.

Sugrįžusį Oxfordan Lankesterį paskyrė „tutorium" prie Exeter'io kolegijos, o po poros metų, 1874 m., jį išrinko mokinti zoologijos prie University College Londone. 1882 m. Lankesteris paskirtas profesorium prie Edinburgh'o Universiteto dėstyti gamtos mokslus. Čia išbuvo jis tik dvi savaiti. Atsisakęs nuo vietos, jis grįžo atgal į Londoną, į savo senąją vietą, kur ir išbuvo iki 1890 m. Tai buvo Lankesterio gražiausis darbo periodas. Čia būdamas jis pasižymėjo ir kaipo mokytojas, ir kaipo mokslininkas, ir kaipo mokslinių veikalų rašytojas bei redaktorius.

1890 m. Lankesteris paėmė vietą lyginamosios anatomijos profesoriaus Oxfordo Universitete. Čia, be daugybės kitų savo darbų, jis tinkamai sutvarkė laboratorijos darbą ir rūpinosi pastatyt naujus modernus trobesius lyginamosios anatomijos reikalams. Be to, jis čia būdamas daug prisidėjo ir reorganizuojant zoologijos skyrių Londono Muzejuje, o 1898 m. jam pavesta direktoriaus vieta prie gamtos skyriaus Britanijos Muzejuj ir zoologijos prievaizdos vieta South Kensington'e. Tas vietas jis turėjo iki šešių dešimtųjų metų savo amžiaus, kuomet jis išėjo iš tarnybos (1907 m.).

Moksliniai Lankesterio gabumai buvo jo gimtas dalykas. Jo tėvas buvo gydytojas ir nepaprastų gabumų vyras, kuris daug pasidarbavo mokslo srityje. Be to, jaunas Lankesteris augo tais laikais, kada buvo daug ginčijamasi biologijos klausimais, kurių sukėlė tais laikais dar naujas Darwin'o veikalas Origin of species. Taigi, jis ir pradėjo rašyti mokslo srityje dar vaikas tebūdamas. Pirmasis jo raštas buvo serija laiškų apie *Pteraspis*, įdomią kastinių žuvų grupę (atspausdintas 1862 m.). Po to ėjo jo monografija „The Cephalasphidae" (atspausdintas 1868—1870 m.). Šis jo veikalas tebėra laikomas savo rūšies klasikiniu veikalu. 1863 m. jis atspausdino trumpą straipsnį apie Gregarinides, kuris buvo jo pirmasis darbas protozoologijoj. Vėliau jis buvo protozoologijoj labai žymus darbininkas.

Lankesteris ypačiai mėgo ir sugebėjo dirbti su mikroskopu, taigi ir mėgo protozoologiją. Veliau jis daug prisidėjo parazitiniams protozojams tyrinėt, ypačiai jų santykiams su ligomis. Jis teturėjo septyniolika metų amžiaus, kai parašė savo pirmąjį straipsnį iš slieko anatomijos. Anot jo, sliekas yra toks gyvūnas, ant kurio, kaip ant uolos, yra pastatyta visa morfologija. Slieko tyrinėjimai vedė jį tyrinėt kūno tuštumas. Po ilgo toje srityje darbo jis priėjo prie gerai žinomos jo teorijos, kad anelidų ir vertebratų kūno tuštumos yra tikrieji celomai, o moluskų ir artropodų kūno tuštumos yra visai kitokio pobūdžio ir turi kitokią funkciją.

Be daugybės mokslinio turinio straipsnių, Lankesteris parašė daug straipsnių ir veikalų iš bendrosios biologijos. Tos rūšies jo straipsnių daug atspausdino „Encyclopedia Britanica" įvairiuose tomuose, kiti sudėti jo paties redaguotame veikale „Treatise on Zoology". Jo parašytų didesniųjų atskirų veikalų geriausiai yra žinomi „Comparative Longevity" (1871), „Degeneration" (1880), „The Advancement of Science" (1889), „The Kingdom of Man" (1907), „Science from an Easy Chair" (1910) ir „Great Things

and Small" (1923). Be tų straipsnių ir veikalų, jis nuo pat savo jaunystės, pirmiausiai su tėvu, o vėliau vienas, redagavo mokslo laikraštį Quarterly Journal of Microscopical Science (nuo 1869 iki 1920 metų).

Imant domėn, kad didžiausis kiekvieno žmogaus turtas yra vaisingas jo darbštumas, bus aišku, kad Lankesteris buvo vienas turtingiausiųjų mokslininkų. Ar jis buvo pinigingas, man nėra žinoma, bet kad jis buvo visur gerbiamas, tai aišku iš to, jog jis buvo garbės nariu daugybės įvairių organizacijų ne tik Didžiojoj Britanijoj, bet ir kitose šalyse. Anglijos vyriausybė suteikė jam vyties (Knight) titulą, o įvairios mokslo įstaigos medalius ir kitokius garbės ženklus. Zoologams jis ilgai bus žinomas savo straipsniais „Encyclopedia Britanica", savo teorijomis ir savo redaguotu mikroskopijos laikraščiu bei „Treatise of Zoology". *P. B. Šivickis.*

Kaunas, Universitetas.

19-me šimtmety teko iš nauja aptikti, ką jau prieš 2000 metų buvo žinojęs Aristotelis.

(Apie Aristotelio lygųjį ryklį [*Mustelus laevis*]).

Aristotelis savojo veikalo apie gyvulius (Historia animalium) 6-sios knygos 10-me skyriuj, tarp kitų nuostabių pastebėjimų apie kremzlinių žuvų anatomiją ir veisimąsi, skelbia ir neįtikimai skambantį dalyką, kad rykliuose (*Selachii*) greta tokių, kurie deda kiaušinius, esti ir tokių, kurie veda gyvus vaikus, o tarp šiųjų esti tokių, kurių gemalas (foetus) yra nuovalu (placenta) susijungęs su gimtuvėmis (uterus), taip kaip žinduolių gyvulių. Panašų pastebėjimą apie vieną ryklį buvo padaręs danų gamtininkas Stenonis (1673 m.); taip pat panašiai išsitaręs ir prancūzų gamtininkas Cuvier'as († 1832). Tačiau kadangi sakytųjų gamtininkų daviniai buvo neaiškūs ir tokių žuvų daugiau niekas nebesutiko, tai daugelis 19-jo šimtm. pradžios gamtininkų aną Aristotelio žinią apie lygųjį ryklį (γαλεός λεῖος) palaikė per pasaką ir tiek.

Tuo tarpu didysis vokiečių fiziologas Jonas Müller'is (1801—1855), kai jis buvo atsidėjęs darbui su rykliais, taip pat, kaip kad ir kituose savo darbuose, žiūrėjo ir visų davinių apie žuvis, kokių buvo patiekę ir praeitųjų laikų gamtininkai. Ypačiai jis (Mülleris) įsigilino į Aristotelio veikalus, kuris didžiausias senovės filosofas ir gamtininkas per visą gyvenimą buvo jo ištikimas draugas ir vadovas. Ir štai sakytoj Aristotelio raštų vietoj radęs tokią žinią, Mülleris ryžosi tokio nepaprasto gyvulio ieškot. Jis 1839 m. savo mokinį Peters'ą siunčia iš Berlino į Nizzą, idant tasai Tarpužemio jūrių pakraščiais ieškotų šio nepaprasto ryklio ir rinktų jam kitokią medžiagą. Visą daugelį tam darbui lėšų davė patsai Mülleris; tai rodo, kokios pasiaukojamos meilės mokslui jo turėta. Kaip tas nelengvas ieškojimas ėjo ir kaip pagaliau pavyko rasti, ko ieškota, atsispindi Müllerio laiškuose, kuriuos dar tik užpernai yra paskelbęs Müllerio biografas[1] prof. Haberling'as[2].

---

[1] Johannes Müller. Das Leben des Rheinischen Naturforschers, Leipzig 1924.

[2] Der glatte Hai des Aristoteles. Briefe Johannes Müllers über seine Wiederauffindung an Wilhelm Karl Hartwig Peters 1839—1840. Archiv für Geschichte der Mathematik, der Naturwissenschaften und der Technik. Neue Folge I (1927/28) pp. 166—184. Čia įdėti ir atvaizdai iš Müllerio pranešimo apie savo aptikimą Berlino Mokslų Akademijai 1842 m.

Suprantamas Müllerio džiaugsmas, išreikštas jo laiške iš 1840. VIII. 5, kuriame patvirtinama siuntinio gavimas ir kalbama apie jo turinį. Aristotelio aprašytieji embrionai pagaliau radosi kelete neperpjautų ryklio gimtuvių!

Šiame laiške Mülleris nurodo ir skirtumus tarp lygiojo ryklio (*Mustelus laevis*) ir paprastojo ryklio (*Mustelus vulgaris*; tie skirtumai pirmiau nebuvo žinomi; dabar skirtinga embriono plėtotė neabejojamai parodė lygųjį ryklį esant skirtingą rūšį. — Taigi, ką Aristotelis buvo nustatęs prieš 2000 metų, tai 19-jo šimtmečio vidury teko aptikti ir patvirtinti iš naujo. O apie visa tai mes sužinome kartkartėmis dirstelėję į gamtos mokslų istoriją.

Kaunas, Universitetas. *Pr. Dovydaitis.*

Mokslinio gyvenimo kronika.

Pabaltijo kraštų botanikų-geografų sąjunga.

Šių metų Rugpjūčio mėn. 24 d. Tartų (Dorpato) mieste Estijoj buvo susirinkę botanikai-geografai, sukviesti Tartų Botanikos Sodo vedėjo Doc. Dr. E. Spohr'o. Suvažiavimo tikslas — Pabaltijo kraštų botanikų-geografų draugijos įkūrimas. Buvo susirinkę mokslininkų: iš Suomijos — Profesoriai Linkola, Palmgren, Häyrén, Teräsvuori ir Mag. Eklund; iš Latvijos — Profesoriai Malta ir Kupffer, D-ras Galenieks su žmona; iš Lietuvos — Profesorius Regelis, iš Dancigo — Profesorius Wangerin, Buvo padaryta visa eilė paskaitų ir įdomių ekskursijų Tartų apylinkėse. per kurias paaiškėjo, kad visų šių kraštų botanikai-geografai dirba vienoje srityje, turi daug bendrų ryšių ir bendrų uždavinių, būtent, Baltijos jūrių kraštų augmeniją tirti. To uždavinio siekiant, D-ro Spohr'o iniciativa ir tapo įkurta Pabaltijo Kraštų Botanikų-Geografų Draugija ir išdirbtas laikinas statutas.

Draugija susidarys iš Pabaltijo kraštų ir Suomijos botanikų, dirbančių botanikos-geografijos srityje. Jos tikslas (Statutų § III) — botanikos-geografijos tyrinėjimai Baltijos jūrių kraštuose įvairiausiomis kryptimis, būtent:

a. įvairių rūšių mokslo darbais ir savo narių laisvu bendradarbiavimu;
b. paprastais ir nepaprastais narių posėdžiais;
c. asmeniniu moksliniu savo narių susirašinėjimu ir susiėjimu.

Sąjungos centras randasi jos reikalų vedėjo gyvenamoje vietoje. Sąjungos narių suvažiavimai daromi kas met, jeigu aplinkybės leidžia. Suvažiavime daromi mokslo pranešimai, demonstracijos, ekskursijos ir t.t. Paskutiniame suvažiavime nustatoma vieta kitam artimiausiam suvažiavimui.

Draugijos nariu gali būti kiekvienas asmuo, dirbąs botanikos geografijos srityje; narių mokesnis vienas amer. doleris. Draugijos reikalus veda reikalų vedėjas (Prof. Linkola — Helsinki), kuris yra renkamas kąs met drauge su pavaduotoju (dabar Prof. Palmgren — Helsinki). Be to, kiekvieno krašto nariai renka savo atstovą į valdybą. Kitų, 1930 metų, suvažiavimas įvyks Helsinky Suomijoj, Sekminių metu.

Kalbos klausimo statutas visai neliečia. Suvažiavimo nariai mano, kad pats gyvenimas tą klausimą sureguliuos, ir kiekvienas bus interesuotas vartoti tą kalbą, kuri ir kitiems būtų suprantama. Pilnas Sąjungos statuto tekstas ir apie tolimesnius sąjungos darbus bus pranešta vėliau.

Kaunas, Universitetas. *Prof. K. Regelis.*

GAMTOS DRAUGAS
Popularus „Kosmo“ skyrius
1929 metų Rugsėjo mėn.

Meteoritą Lietuvoj suradus.

Šių metų „Kosmo“ 5-jo N-rio priede „Gamtos Draugas“ buvo mano rašyta apie šių metų Vasario mėn. 8—9 d. naktį meteorito kritimą. Iš surinktosios medžiagos buvo spėta, kad meteoritas turėjo nukristi Rokiškio-Kupiškio-Kamajų apylinkėse. Ieškojimas buvo beveik užmiręs, nes nieko konkretaus nesurasta. Viena, kas teikė šiek-tiek vilties, tai visuomenės pagalba. Geofizikos Kabineto vardu buvo atsiųsta keletas gabaliukų įvairios medžiagos, kuri nors ir nieko bendra su meteoritu neturėjo, bet rodė siuntėjų gerus norus padėti šį klausimą išaiškinti. Taip, kartoju, iš lėto nyko viltis surasti meteoritą.

Bet štai Rugsėjo mėn. 1 d. p. Speičys atneša du akmens gabaliuku, kuriuodu iš paviršiaus atrodė labai panašūs į meteoritus. Paaiškėjo, kad juos rado Padvarnikų kaimo ūkininkai savo pievose. Šis kaimas yra Andrioniškio valsčiuje, Panevėžio apskr. ir netoli nuo anksčiau minėto rajono, kur reikėtų ieškoti sutrūkusio meteorito skeveldrų. Po dvejeto dienų Komisija iš prof. M. Kaveckio, doc. B. Kodačio, asist. Brazdžiūno ir manęs važiuoja apžiūrėti tą vietą, kur rasti pristatytieji akmenys ir paieškoti daugiau. Gana atydžiai apvaikščiota 3 kvadr. kilometrų plotas, bet pačiai Komisijai neteko rasti nė vieno gabalėlio. Pasiteiravus vietinių ūkininkų, pasisekė gauti dar 2 gabaliuku ir išaiškinta, kad yra žinomi viso 7 akmenukai-meteoritai.

Kas verčia spėti, kad rastieji akmeniniai gabalai yra tikrai susprogusio meteoro skeveldros? Šiuo momentu galėčiau nurodyti tokius davinius:

1. Visi jie rasti tame rajone, kur buvo numatyta, remiantis šviesos ir garso duomenimis.
2. Nors radimo vietą akmenuota, bet jie ryškiai krinta akysna savotiška išorine išvaizda. Vietiniai gyventojai lengvai juos atskyrė nuo kitų akmenų; jie rasti ten, kur kasmet šienaujama ir praėjusiais metais nieko panašaus nerasta.
3. Išorinis jų pavidalas yra panašus į akmeninius meteoritus.
4. Rasti gabalai buvo įkaitinti iki aukštos temperatūros, nes paviršius dengtas ištirpusia medžiaga. Įšildžius dirbtinai iki 1100°—1200°, jų pluta netirpo.
5. Akmenukų paviršiuje yra įdubimai; atrodo, kad skystą medžiagą įspaudė kas pirštu. Tai padarė oro pasipriešinimas į priešakinę lekiančio gabalo dalį.
6. Oro trynimas sutirpintą medžiagą išlygino, vietomis matyti ją tekėjus.
7. Paviršutinis analizas duoda kai kurias akmeninių meteoritų typingas sudėtines dalis [1].
8. Teoriški sumetimai, kurių čia neliesime, nes dar trūksta davinių kalbamiems radiniams galutinai sutvarkyti.

[1] Smulkus analizas dar nepadarytas; jis gali trukti 1—2 mėnesiu; tuo tarpu norėta paskelbti nors šie ieškojimo rezultatai.

Ne pro šalį bus nurodyti ir kilusias abejones:

1. Rasta maža, palyginti, gabalų. Berods, vietos sąlygos nepalankios vaisingiems ieškojimams. Iš vieno šono suartos dirvos, iš kito — tankus miškas, į kurį kitose vietose net sunku įeiti; rasta arba pievose, arba miške visiškai atsitiktinai.

2. Komisijai nepasisekė rasti nė vieno akmens, nors apie 1 kvadr. kilom. buvo gana atydžiai išieškota. Čia ateina galvon mintis, kad vieta, kur jų daugiau iškrito, dar nesusekta. Atsitinka, kad iškritusieji akmens yra pabirę kelių dešimtų, o net ir šimtų kilometrų plotuose.

3. Rastieji akmens gulėjo žemės paviršiuje, visai neįsikasę; dabar jokių žymių nepastebėta.

4. Tos rūšies akmeniniai meteoritai turi dažniausiai nors dešimtąsias dalis nuošimčio nikelio. Paskubom padarytais analizais tokių pėdsakų nesusekta.

Visą sudėjus už ir prieš vis dėlto nusistatyta, kad rastieji gabalai yra tikrai akmeniniai meteoritai.

Ieškoma ir toliau, bet vyriausias darbas jau nukreiptas kiton pusėn. Svarbu yra susekti, kokia trajektorija meteoritas lėkė, kokioje aukštumoje jis yra netekęs savo greitumo ir tuo būdu pradėjęs vertikaliai kristi žemyn. Dar nevisai aišku, ar jis yra susprogęs ir jo skeveldros nukrito žemėn, ar lėkė, palyginti, mažų akmenėlių visa šeima. Pagaliau, svarbu suskaičiuoti, koks buvo jo greitumas. Šiam reikalui teks aplankyti tuos asmenis, kurie yra matę krintančią šviesą, nes tuo būdu galima bus susekti tam tikro kritimo momento padėties koordinatos.

Lietuvos Universitetas
Geofizikos Kabinetas.

K. Sleževičius.



Praktiški pamokymai, kaip reikia meteorai stebėti.

Su dviem paveikslais.

Šiuo straipsniu norima paaiškinti, kuriuo būdu reikia meteorai stebėti, idant mokslas galėtų naudotis stebėjimo daviniais.

Kiekvienas žmogus, be išimties, visų pirma klausia: „Kam kuris darbas yra reikalingas?". Dėlto ir užsiminus apie meteorų stebėjimą kyla klausimas: „Kam, kuriam galui toks stebėjimas reikalingas?"

Šiokiam klausimui atsakymas toks: „Meteorų stebėjimas ir daromos iš stebėjimo išvados neduoda jokios materialinės naudos — nė už centą. Užtat duoda didelę dvasinę naudą!"

Dabar daugelis sakys: „Jeigu taip, tai tegul meteorai krinta kame ir kaip nori, o kvailiai tegul daro išvadas. Išmintingieji verčiau tesirūpinie pagerinti savo ir kitų gyvenimą!" Į šiokius žodžius atsiliepsiu Henri Poincaré's mintimi: „Mokslas reiškia: ieškoti tiesos ir artintis prie jos. Be to gyvenimas nebūtų vertas, kad jis būtų gyvenamas". Jeigu kas turi kitokią pažiūrą — tai taip pat gerai. Čia nenorima jo paveikti. Todėl šiuo straipsniu aš kreipiuosiu į tuos „kvailius", kurių siela traukia juos prie mokslo.

Taigi, kurią tą didelę dvasinę naudą duoda meteorų tyrinėjimas, atseit meteorų stebėjimas ir iš to daromos išvados?

Tyrinėdami meteorus sužinome, kokia yra toji medžiaga, kuri randasi erdvėje tarp žvaigždžių; arba trumpiau sakant: kokia yra interstelarinė medžiaga. O toks sužinojimas juk yra labai svarbus, nes mums turi itin rūpėti, ar erdvėje medžiaga yra tokia pat, kaip randame ją ant Žemės ir Žemėje, ar gal ji yra kitokia.

Meteoro pasirodymas yra retas dalykas, o meteorų nukritimas Žemėn, kada galime paimti rankosna jo skeveldras (meteoritus), yra nepaprastai retas įvykis. Dėlto kiekvienas meteoro stebėjimas yra labai brangus dalykas. O jau surastą meteorito gabalą auksu neatsversi! Tokie gabalėliai, juos ištyrus, laikomi sandariai uždarytose skryniose ir rodomi muzėjuose.

Taigi matome, kad meteorų tyrinėjimas yra reikalingas dalykas. Bet asmuo norįs ką tyrinėti, visų pirma turi aiškiai žinoti, ką jis nori susekti. Nes juk tiktai aiškus klausimas gali sulaukti aiškaus atsakymo. Dėlto susiduriame su klausimu: ką norime susekti?

Norime susekti: 1. Iš kurių elementų susideda meteoritai ir kuriais junginiais šie elementai pasirodo. Pasakant trumpiau: Norime susekti cheminę ir mineraloginę meteoritų sudėtį.

2. Ar meteoritai yra mūsų Saulės sistemos nariai, ar jie yra svečiai iš beribių erdvių, ar jų tarpe yra ir pirmųjų ir antrųjų. Pareiškiant trumpiau: Norime susekti meteorų orbitą (kelią erdvėje).

Prie 1. Tam reikalui rankose turime turėti meteorito gabalą. Vadinasi, turime ieškoti ir rasti nukritusį meteoritą. Bet tam tikslui turime susekti vietą, kurioje maž-daug meteoritas nukrito. Paprastas žmogus mano, kad meteoritas iš tikrųjų yra nukritęs ten, kur žmogui išrodė jis nukritęs. Būtų visiškai bergždžias darbas ieškoti meteorito tame daikte, kuriame stebėtojas taria jį nukritus. Taip darydami skaudžiausiai apsiriktume ir nusiviltume. Nes jei būtų šimtas stebėtojų, tai kiekvienas jų ieškotų meteorito vis kitoj vietoj! Paimkite, pavyzdžiui, šių metų Vasario mėn. 8-9 d. naktį Lietuvoje kritusį meteorą! Buvo gauta 100 su viršum laiškų. Daugelis laiškų rašytojų tvirtino, kad meteoritas nukritęs visai netoli nuo jų, beveik čia pat. Vienas tvirtina, kad kritęs jo laukuose, krūmuose. Tenai ieškojo ir — nieko nerado. Antras tvirtina, kad nukritęs jo kaimyno lauke. Ieškojo; žinoma — veltui. Trečias sako jį nukritus ežeran. — Dabar, tikrai radę meteoro skeveldrų, žinome kad jis nekrito ežeran, kad tai buvo skaudus apsirikimas — ir t.t. ir t.t. Žodžiu sakant: kiekvienas matė meteorą krintantį kur kitur.

T a i p i r t u r i b ū t i! K i t a i p n e g a l i b ū t i! Ir štai dėlko taip turi būti: Ta vieta, kurioje r e g i m a i nukrito meteoritas, toli gražu dar nėra vieta, kurioje jis nukrito. Vieta, kurioje meteoritas r e g i m a i nukrito, pareina ne tiktai nuo tikros vietos, kurioje jis tikrai nukrito, bet dar ir nuo tos vietos, kurioje stovėjo pats stebėtojas. Ta tiesa nusakoma trumpiau, būtent: Regimoji nukritimo vieta yra tiktai relativinis reiškinys. Tai galima dailiai nusakyti ir vien lietuviškai: regimoji nukritimo vieta yra tiktai santykinis reiškinys. Tai reiškia: regimoji nukritimo vieta nėra tikroji nukritimo vieta; mat, regimoji vieta pareina nuo to, kokiame tarpusavio santyky yra tikroji vieta su vieta, kurioje buvo stebėtojas. Taigi, jau gavome pirmą taisyklę, kurią pažymėsiu rymiškuoju skaitmenimi:

I taisyklė: Regimoji meteorito nukritimo vieta yra tiktai relativinis reiškinys.

Iš pirmos taisyklės tuč-tuojau išdygsta antroji taisyklė.

II taisyklė: Vienas stebėtojas niekados negali sakyti, kame meteoritas tikrai nukrito. (Nebent, kada meteoritas jam kristų beveik ant nosies).

Iš pirmos taisyklės išeinant, lengvai galima suprasti, kad yra juo pavirkiau, juo daugiau stebėtojų stebėjo meteorito nukritimo — arba tiksliau sakant — sustojimo vietą.

Tikslumo dėliai nuo dabar visados sakysiu: „sustojimo vieta“ užuot sakęs „nukritimo vieta“. Nes daugelis meteorų berods sustojo tam tikroje vietoje, bet niekas jų nekrito žemėn.

Nūnai galima aiškiai ištarti pirmą uždavinį, kurį turime išspręsti, būtent, tokį:

I uždavinys: Naudodamiesi daugeliu mums praneštų regimųjų sustojimo vietų, turime susekti tikrąją sustojimo vietą; arba — jeigu bus labai didelė laimė — tikrąją nukritimo vietą.

Toliau, puikiai žinome, arba bent turėtume puikiai žinoti: „Uždavinys galima išspręsti tiktai tuomet, kada yra duoti tam tikros rūšies, aiškiai nustatyti (apibrėžti) daviniai“. Kad sugebėtume išspręsti I uždavinį, mums taip pat turi būt duoti tam tikros rūšies, aiškiai apibrėžti daviniai. Apie šiuos davinius vėliau dar daug turėsime šnekėti. O susipažinimą su pirmuoju punktu čia pabaigiame.

Toliau kreipsimės į 2-jį punktą. Iš šiojo punkto išdygsta

II uždavinys: Reikia susekti meteoro orbita (kelias erdvėje).

Norėdami susekti bet kurio judančio daikto kelią, sakysime, traukinio, dviratininko, cepelino, lakstytuvo ir t. t., turime žinoti, per kurias vietas ėjo daiktas ir per kiek laiko jis ėjo. Pavyzdžiui: Paskutiniu laiku skaitėme laikraščiuose, kad cepelinas lėkęs aplink pasaulį. Imkime, kad nebūtų buvę pranešta daugiau, kaip tik tiek: „Cepelinas lėkė aplink pasaulį“. Toks pranešimas būtų visiškai tuščias ir be reikšmės. Nes aplink pasaulį galima lėkti įvairių įvairiausiais keliais ir visai įvairiais laikotarpiais. Dėlto buvo pranešama (dabar čia aš meluosiu, nes visai nebeatsimenu, per kurias vietas jis lėkė ir kuriuo laiku jis buvo vietose; bet mūsų atvejui toks melavimas nekenkia): „Cepelinas išlėkė iš Friedrichshafen'o tą ir tą valandą, tiek ir tiek minučių, tiek sekundų; jis buvo Berlyne tą ir tą valandą, tiek ir tiek minučių, tiek ir tiek sekundų; viršum Maskvos pasirodė tą ir tą valandą, tiek ir tiek minučių, tiek ir tiek sekundų“ ir t. t. ir t. t. Dabar tai dalykas kitoks! Nes gana gerai — kad ir nevisai tiksliai — žinome cepelino kelią ir laiką, kuriuo jis lėkė iš vietos iki vietos.

Lygiai tas pat yra su meteoru. Norėdami susekti meteoro orbitą (kelią erdvėje), turime žinoti kelias jo lėkimo vietas ir, be to, dar gana tiksliai ir laiką, kuriuo jis buvo kalbamosiose vietose. Laikas turi būti tikslus bent iki sekundos. Kiekvienam tuojau bus aišku, kad čia susidursime su sunkenybėmis. Juk iš tikrųjų! Meteoras lekia, anot mūsų žmonių pasakymo, žaibo greitumu. O tokiu atveju tu, žmogau, susek ne tiktai kelias jo lėkimo vietas, bet dar, be to, sučiupk, kada meteoras buvo tose vietose! O dargi ir nakties metu!! — Tiesą sakant, šis dalykas iš tikrųjų

nelengvas; jis yra žymiai sunkesnis, negu susekti regimąją sustojimo vietą. Tačiau viena apystova palengvina šį stebėjimą, būtent: užtenka susekus dvi vieti — arba regimoji sustojimo vieta ir dar bet kuri meteoro lėkimo vieta, arba dvi bet kurios meteoro lėkimo vietos, jeigu dėl šiokių ar tokių sąlygų negalėjome pastebėti sustojimo vietos.

Tai ir viskas, ko reikalaujama iš gero stebėtojo! Dar kartą viską suglauskime trumpai:

A) Stenkis susekti regimąją sustojimo vietą.

B) Stenkis susekti dvi meteoro lėkimo vieti, arba bet kurį jo lėkimo punktą ir sustojimo vietą; arba bet kuri dvi meteoro lėkimo vieti.

C) Stenkis susekti laiką (bent iki sekundos tikslumo), kada meteoras buvo tiedviejose lėkimo vietose.

Pirm tiksliau kalbėjęs apie A, B ir C, norėčiau paliesti dar kai kuriuos dalykėlius.

Aukštai gerbiamas ir mylimas stebėtojau! Laiškas, kuriuo aprašomas meteoro stebėjimas, yra mokslingas laiškas. Tokiame laiške, labai prašomasis, neišliek savo šiaip gražių jausmų. Būk tikras, kad tam sausam skaičiuotojui yra vis tiek, ar — meteorui krintant — stebėtojui plaukai šiaušėsi ant galvos, ar jo vežikas ėmė melstis, ar pats stebėtojas, gamtos galios ir grožės sujaudintas, ėmė deklamuoti mažiau ar daugiau blogas eiles, ar — galų gale — arklys pradėjęs mėtytis — tas viskas jam visiškai nerūpi; skaičiuotojui rūpi stebėtojo d a v i n i a i, bet nerūpi stebėtojo jausmai. Ogi tokie jausmų išklostymai tiktai pasunkina skaičiuotojui išsemti iš laiško tai, kas jam reikalinga. Jausmus, mintis ir įspūdžius išliek bet kurio laikraščio straipsnelyje, už kurį tokie laikraščiai dargi vieną kitą litą primoka.

Iš to eina:

III t a i s y k l ė: D a v i n i u s s u t e i k k i e k g a l i m a p i l n i a u s i a i i r t i k s l i a u s i a i, n e s i g a i l ė d a m a s n e i l a i k o, n e i ž o d ž i ų, n e i b r a i ž i n i ų. B e t b e d a v i n i ų — n i č-n i e k o!

Toliau! Nekreipk ypatingo dėmesio į tai, kaip meteoras išrodė: ar jo šviesa buvo mėlyna, ar geltona, ar dar kitokia; ar jo didumas buvo kaip kepurės, ar kaip vežimo rato; ar jo pavidalas buvo kaip „valstybinės“ bonkos, ar kaip baravyko... Čia visai nenoriu sakyti, kad tokie daviniai neturėtų jokios reikšmės. Ne! Ir jie turi tam tikrą reikšmę. Bet būk tikras, kad atsiras daug žmonių, kurie tokius davinius suteiks kuo pilniausiai. Nes tokiems reiškiniams stebėti nereikia nei pasimiklinimo, nei įsitempimo.

Bet jeigu kas norėtų sulyginti meteorą su kitais daiktais, tuomet nereikia lyginti jo nei su kepure, nei su vežimo ratu, nei su vaiko galva ir t.t. T o k i e s u l y g i n i m a i y r a b e j o k i o s r e i k š m ė s jau vien dėlto, kad juk yra visokių kepurių, visokių ratų ir visokių vaikų galvų. Žiūrint meteoro didumo, reikia sulyginti jį su pilnačiu ir pranešti, ar jo plačiausioji vieta buvo tokia plati kaip pilnatis, ar pilnačio pusė ir t.t. ir ar jo ilgis — neskaitant uodegos — buvo toks, kaip dviejų pilnačių platumas, ar pusketvirto pilnačio platumas ir t.t. Jeigu kas norėtų pranešti meteoro pavidalą, tai geriausia, kad tą jo pavidalą nupieštų.

Niekados nereikia pranešti bet kuriuos davinius metrais. Pavyzdžiui, buvo pranešta: „...kada meteoras sprogo, jis buvo 10 metrų nuo Žemės...“ T o k s d a v i n y s y r a v i s i š k a i b e r e i k š m ė s, iš jo nič-nieko nepaimsi.

Nes kas vienam atrodo kaip dešimtis metrų, kitam atrodys kaip šimtas metrų. Patys mėginkiti! Prašykite draugus, kad jie sakytų, kiek metrų pilnatis yra nuo Žemės! Nusistebėsite, kas išeis! Vėliau matysime, kaip reikia daryti.

Galop, neieškokite meteorito gabalų savo laukuose, krūmuose ir šulinyje. Jeigu šioks-toks didesnis meteoritas nukristų už keleto šimtų metrų nuo stebėtojo, tuomet tokiam stebėtojui iš tikro plaukai ant galvos pasišiaustų; stebėtojas tokiu atveju tikriausiai vikriai pamiklintų kojas manydamas, kad meteoras jam kris stačiai ant galvos [1].

Jeigu stebėtojų daviniai bus pranešti Universitetui, tada tam tikri asmens ims skaičiuoti, ir per laikraščius praneš, kuriame daikte reikia ieškoti meteorito gabalų. Tuomet ir yra vilties, kad sakomieji gabalai bus ištikro surasti.

Visi šitie išklostyti dalykėliai atrodo beveik juokingi. Tačiau praktika parodė, kad reikia jie išklostyti.

Nūn-gi tiksliau kalbėsime apie punktus A, B ir C.

A. Regimoji sustojimo vieta.

„Regimąja sustojimo vieta" pavadinau tą vietą, arba punktą, kuriame meteoras sustoja. Toje vietoje jis gali gan ūmai pranykti, arba dar yra matyti, kaip gabalai krinta žemyn. Paskutinis įvykis, vad. kada gabalai krinta žemyn, yra labai retas. Šita sustojimo vieta (žinoma, regimoji) reikia kiek galima tiksliai aprašyti, arba, geriau sakysime, apibrėžti. Tai galima daryti dvejopu būdu.

Pirm aprašius abu būdu, reikėtų dar štai kas pasakyti: asmuo, kuris nori naudingai stebėti dangaus reiškinius, turi gerai pažinti žvaigždėtą dangų. Tai, regis, turėtų būti savaime aišku. Jis turi gerai pažinti svarbesnius žvaigždynus ir gerai žinoti, kur ant dangaus yra sakomieji žvaigždynai įvairiais metų laikais ir įvairiomis valandomis. Be šito žinojimo, asmuo niekados nebus tinkamas stebėtojas. Taigi, turi žinoti Mažuosius Grįžalo Ratus (Ursa minor), Polarinę Žvaigždę, Didžiuosius Grįžalo Ratus (Ursa major), Siaubūną (Draco), Didįjį Liūtą (Leo), Cepheus (lietuviškai nežinau), Svarstykles su abiem svoriais (Cygnus, Lyra, Aquila), Bažnyčią (Pegasus), Kelią į bažnyčią su kunigu (Andromeda, Perseus, Auriga, Gemini), Jukštandį (Cassiopeja), Sietyną (Plejados), Vainiką (Corona borealis), Šienapiūvius su Siriumi ir Prokyonu (Orion), Taurus, Aries, Herkules, Bootes, Cancer (šių penkių žvaigždynų lietuviškų vardų nežinau). Šis žinojimas galima įsigyti, suprantama, tiktai pasimiklinant, naudojantis žvaigždėlapiu.

Nūnai aprašysiu abu būdu, kuriais galima apibrėžti meteoro sustojimo vieta:

Reikia susekti regimoji sustojimo vietos kryptis ir aukštis.

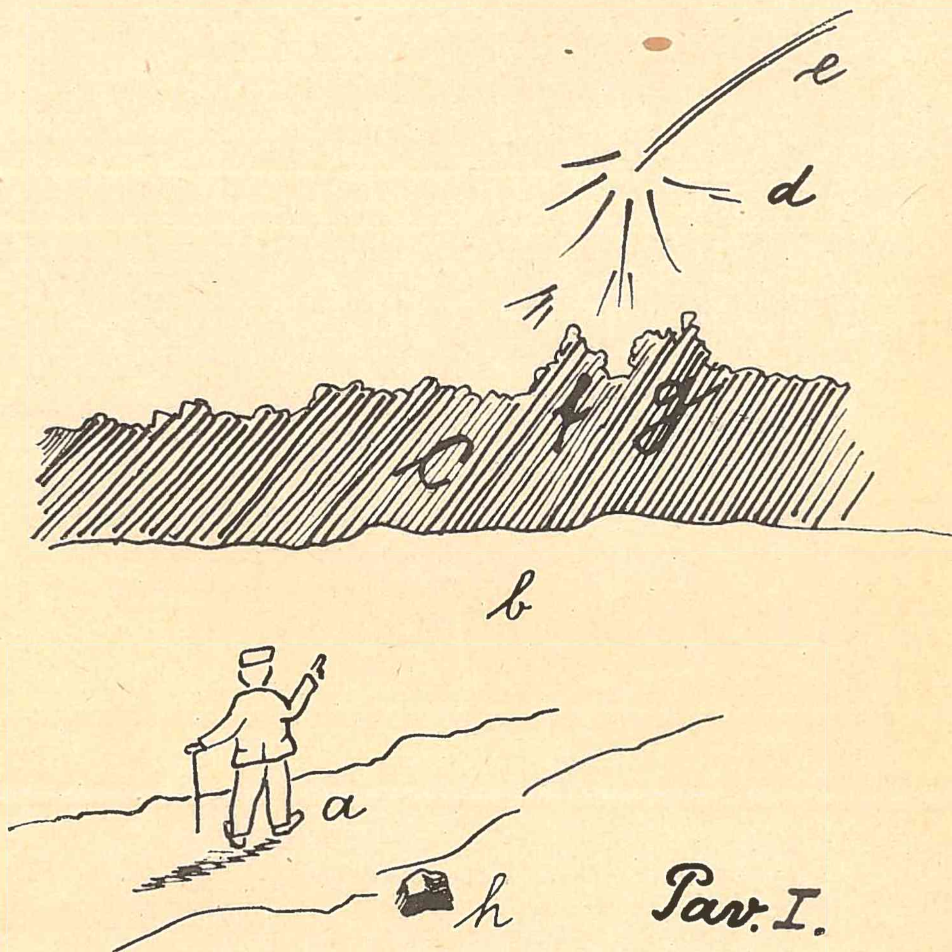
Čia reikia skirti du atsitikimu:

a. Kuomet stebėtojas yra savo gyvenamojoje vietoje, kurios puikiai žino visas apylinkes taip, kad ir naktį atsižins.

---

[1] Žinoma, kartais pasitaiko, kad asmuo, visai neieškodamas meteorito, savo laukuose, ar pievose, ar miške atras ypatingų akmenų, kurių ikišiol ten nebūta, ir kuriuos jis taria esant meteorito trupinius. Tokių akmenų nereikia pamesti, o reikia juos palaikyti, kol bus išaiškinta, kur meteoritas krito.

Įsižiūrėkime į paveikslą I. Sakysime, meteoras sušvito naktį; *a* yra einąs keliu stebėtojas; *b* yra laukai; *c* yra tolimas miškas, kuris nakties metu atrodo, kaip kokia juoda siena; *e* yra dar matoma krintančio meteoro uodega, o *d* yra sustojimo vieta. Paveiksle atrodo, tarytum meteoras sprogsta. Prie *f* ir *g* išsikiša iš miško du aukštesniu medžiu. Stebėtojas turi apibrėžti punktą *d*. Tai lengva: stebėtojas mato, kad *d* randasi kaip tik tarp abiejų

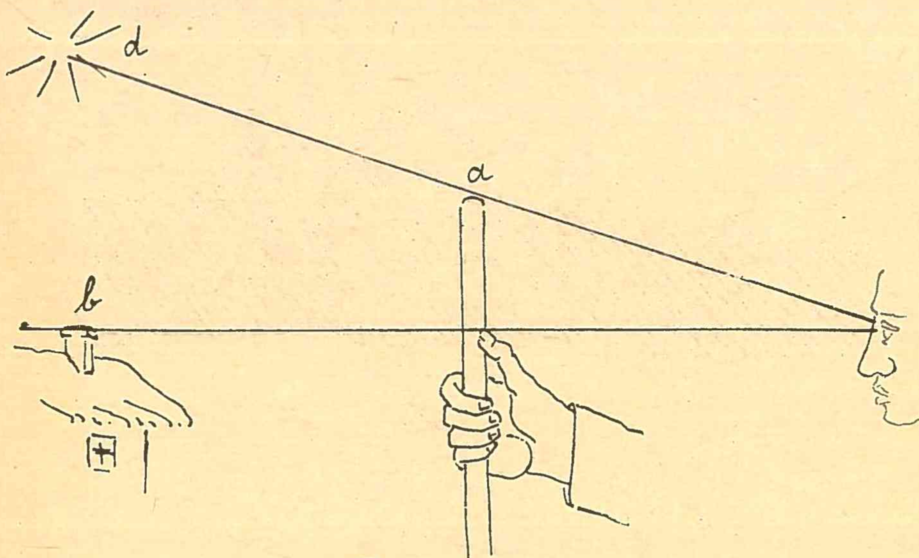


aukštų medžių, vad. tarp *f* ir *g*. Be to, mato, kad *d* yra viršum *f* ir *g* viršūnių maždaug tiek, kiek yra nuotolio tarp *f* ir *g* aukščiausių viršūnių. Tai gerai įsidėmėjęs, stebėtojas dar pažymės tą vietą, kurioje jis pats stovėjo, kada pastebėjo *d*. Čia jis arba padės kokį didelį akmenį, arba įkals lazdą, arba bet kaip kitaip pažymės. (Paveiksle papiešiau ties *h* didelį akmenį, tarytum, kad stebėtojas *a* jį jau būtų padėjęs). Jeigu stebėtojas yra sąžiningas žmogus, tada antrą dieną eis į vietą *a* su pieštuku bei popiera ir

visai prastai, — didelės dailės čia nereikia — papieš visą dalyką taip, kaip paveikslas I parodo, ir — tai svarbu! — kelio krašte, ten kame stebėtojas stovėjo, gerai įkals gerą baslį. Tuo būdu jis bus puikiai apibrėžęs sustojimo vietą *d*.

Žinoma, gali būti visokių atsitikimų. Juk visados nebus taip, kad meteoro vieta bus kaip tik viršum miško ir dargi kaip tik tarp dviejų aukštų viršūnių. Bet savo apylinkėse stebėtojas visuomet ras daiktą, kuriuo naudodamasis jis galės apibrėžti punktą *d*.

Pavyzdžiu matyti, kad stebėtojas n e s a k o, kiek metrų viršum *f* ir *g* meteoras sustojo. T o k s p a s a k y m a s — d a r k a r t ą p a k a r t o s i u — b ū t ų v i s i š k a i b e r e i k š m ė s. Bet stebėtojas nusako, kad *d* yra viršuje *f* ir *g*, ir, būtent, tiek viršuj, koks yra nuotolis tarp *f* ir *g* viršūnių. T a i p r e i k i a d a r y t i!



Pav. II.

Yra stebėtojų, kurie naudojasi kita priemone, arba tiksliau sakant, kitu metodu. Šį metodą parodo paveikslas II. Jie daro šitaip: Dešinioje rankoje stačiai laiko lazdą; ištiesia dešinę ranką; užmerkia vieną akį; lazdą laiko taip, kad žvelgiant viršum galo *a*, tiesiog būtų matyti punktas *d*, kuriame sustojo meteoras. Dešinės rankos nykštį laiko taip, kad žvelgiant viršum nago būtų matyti daiktas — paveiksle dūmtraukis *b* —, viršum kurio nori matuoti punkto *d* aukštį. Su nykščio nagu lazdoje įspaudžia ženklelį. Namon parėjęs, išmatuoja lazdos gabalą nuo galo *a* iki įspausto ženklo. Lygiai tokiu pat būdu matuoja gulsčią atstumą nuo *d* iki *b*. Tiktai tuomet reikia laikyti lazda dailiai gulsčia.

Taip stebintieji asmens giria šį metodą. Tačiau lengvas apmąstymas ir, be to, dar praktika parodo, kad antrasis būdas vargu gali būti geresnis už pirmąjį.

b. Stebėtojas yra svetimoje vietoje. Tuomet vargu galima naudotis ką tik aprašytuoju pirmu būdu. (Pav. I ir pav. II abudu aiškina pirmąjį būdą). Tokiu atsitikimu yra daug parankiau naudotis antruoju būdu, kurį nūnai paaiškinsime skirsnyje B.

B. Be sustojimo vietos, reikia apibrėžti dar bent vienas meteoro lėkimo punktas.

Tai galima daryti naudojantis tiktai žvaigždėmis. Tariuosi, kad pavyzdys ryškiau paaiškins šį antrą būdą, nekaip ilgas aprašymas.

Gautųjų laiškų vieną parašė paprastas kareivis, kuris, meteorui krintant, ėjo sargybą. Jis rašo: ...ėjau sargybą. Eidamas sargybą stebėjau žvaigždėtą dangų. Žiūrėjau ypačiai į Sietyną. Susykiu pastebėjau, tarp Sietyno ir tokios raudonos žvaigždės į kairią nuo Sietyno kintančią žvaigždę, kurios šviesa smarkiai ėjo didyn. Kada pastebėjau šią krintančią žvaigždę, ji buvo tarp Sietyno ir raudonos žvaigždės, bet truputį arčiau prie raudonos žvaigždės ir truputį aukščiau linijos tarp Sietyno ir raudonos žvaigždės... Valio! Tėvynės gynėjau!! Labai puikus stebėjimas, ir toks pat puikus aprašymas! Tamstos laiško dėka žinome tikrąją meteoro lėkimo kryptį. Be Tamstos laiško dar ir šiandien to nežinotume. O mes visi kiti pramokime iš kareivio laiško, kaip reikia stebėti, būtent:

IV taisyklė: Be sustojimo vietos, reikia kiek galima tiksliausiai apibrėžti bent dar vienas meteoro lėkimo punktas tarp žvaigždžių.

Geriau yra, jeigu pasisektų apibrėžti du lėkimo punktu tarp žvaigždžių ir, be to, dar sustojimo punktas. Bet jeigu tai nepavyktų, tada jau užtenka vieno lėkimo punkto tarp žvaigždžių ir sustojimo punkto. Nūnai ir bus aišku, kodėl stebėtojas turi gerai pažinoti žvaigždynus.

Dabar eina trečias dalykas, būtent:

C. Reikia susekti momentai (arba laikas), kada meteoras buvo apibrėžtuose punktuose.

Žinoma, reikia susekti tie momentai, kuriais meteoras buvo tuose punktuose, kuriuos įsidėmėjo stebėtojas. Šitas dalykas iš tiesų sudaro tikrą sunkumą. Tiktai tas gali tiksliai — bent iki sekundos!! — susekti tokius momentus, kuris sistemingai miklinosi susekti tokios rūšies momentus. Dėlto visame šimte su viršum laiškų nebuvo nė vieno tokio davinio; O laiko daviniai yra būtinai, neišvengiamai reikalingi! Nes skaičiuotojas turi susekti meteoro greitį.

Kaip žmogus, spręsdamas taip sau, gali labai apsirikti, parodo gautieji laiškai. Vieni tvirtina, kad visas reiškinys truko 3 minutes, vad. 180 sekundų, kiti tvirtina, kad trukęs 3 sekundas. Pagalvokite, koks didelis skirtumas! Be to, iš laiškų neišeina aikštėn, apie kurį reiškinį kalbama; ar apie visą meteoro reiškinį, ar tiktai apie tą lėkimo gabalą, kurį pastebėjo stebėtojas. Dėlto ir tai, ko reikalauja C, būtinai reikalinga.

Tiems momentams susekti visų pirma kalte įsikalsime:

V taisyklė: Meteorui pasirodant, niekados nesigriebk laikrodžio.

Kosmografijos vadovėliuose, dar-gi ir knygose, kurios nori mokinti žmones, kaip reikia stebėti dangaus reiškiniai, galima rasti visiškai klai-

dingas patarimas: Ištrauk laikrodį! Tai yra baisi klaida. Reikia tiktai stebėtis, kaip žmonės gali patarti tokią, atsiprašau, kvailybę. Tai tikrai yra žmonės, kurie patys niekuomet nestebėjo nei meteorų, nei paprastų krintančių žvaigždžių. Nes šiaip negalėtų patarti tokią — kitaip negaliu vadinti — nesąmonę. Patys pagalvokite! Nakties metas, tamsu... Susykiu pasirodo meteoras. Stebėtojas iškrapšto laikrodį. Greitai!! viskas reikia daryti greitai!! Šiaip pranyks meteoras. O mūsų žmoneliai labai teisingai sako apie greitą darbą: „Greitą darbą velnias nuneša". Jeigu meteoras nėra labai šviesus, tada stebėtojas tikrai nematys sekundų rodyklės. Kaip jis tada iš laikrodžio skaitys sekundas? Aišku, kad tai negalima. Jeigu meteoras yra toks labai šviesus, kad būtų galima matyti sekundų rodyklė, tuomet nieko nematysi! Kodėl? Mėginkite! Nakties tamsumoje žiūrėkite pirma į labai tamsią vietą, paskui susyk pažvelkite keletą sekundų į labai ryškią, aiškią šviesą, ir nūnai pažvelkite į laikrodžio sekundų rodyklę — keletą sekundų nematysite jos, nes kurį laiką ta aiški, ryški šviesa yra mus kaip apakinus. Be to, juk reikėtų nuolatai pažvelgt tai į meteorą, tai į laikrodį — tai į meteorą, tai į laikrodį ir t.t. Juk aišku, kad iš to nieko išmintinga negali išdygti!

Dėlto įgudę meteorų — ir krintančių žvaigždžių — stebėtojai daro visai kitaip, būtent:

Jie dažnai, nuolatai miklinasi skaityti tam tikrus, bet vis tuos pačius skaitmenius taip, kad kiekvienam skaitmeniui sueina kaip tik viena sekunda. Žinoma, tai reikia daryti žiūrint į laikrodį. Ašen, sakysime, skaitau vokiškai: (taip esmi papratęs; dėlto vis tiek žmogus gali būti geras lietuvis): ein-und-zwan-zig,-zwei-und-zwan-zig ir t.t. „trys dešimtys" skaitau: drei-e-zig-e ir t.t. Tokiu būdu sučiumpu ne tiktai pilnas sekundas, bet dar ir sekundos ketvirtines. Nes skaitau taip, kad toks žodis, kaip „ein-und-zwan-zig" truktų kaip tik vieną sekundą, reiškia: kiekvienam skiemeniui tenka sekundos ketvirtinė. Skaitant mūsų kalba, reikia gerokai „frizuoti" skaitvardžius. Pavyzdžiui, sekundas ir jų ketvirtines gerokai skaitantis kuris studentas skaito šitaip: dvi-de-šimt-vien; dvi-de-šimt-dvi; dvi-de-šimt-trys; dvi-de šimt-ket; dvi-de-šimt-penk; dvi-de-šimt-šeš; dvi-de-šimt-sep; dvi-de-šimt-ašt; dvi-de-šimt-dev; trys-de-šim-tys; ir t.t. Dalykas bus paaiškėjęs. Reikia ištarti skaitvardžius taip, kad visi turėtų po lygiai skiemenų ir kad skiemens tarpusavyje būtų lygaus ilgio. Dėlto vietoje: ke-tu-rios-de-šim-tys-viens ir t.t. kalbamasis studentas skaito: ket-de-šimt-vien. Čia, žinoma, kiekvienas gali elgtis kaip tinkamas. Svarbu tiktai, kad neapsiriktų [1].

Imkime, kad stebėtojas yra gerokai pasimiklinęs skaityti sekundas. Susykiu jis išvysta meteorą. Tuojau, automatiškai kaip mašina, jo burna ima skaityti sekundas — skaito, tik skaito. Kada pamatė meteorą, buvo pradėjęs skaityti „dvi-de-šimt-viens" ir įsidėmėja meteoro punktą tarp žvai-

---

[1] Jeigu sekundų skaičius eina jau į šimtą, tuomet nereikia skaityti, pavyzdžiui: „šimts-dvi-de-šimt-dvi, nes tai būtų penki skiemens vietoje keturių, o praktika parodo, kad vargu galima dailiai ištarti per sekundę penki skiemens. Jeigu pasitaikytų, kad sekundų skaičius eina per šimtą — tokių atsitikimų, nors retai, tačiau esti — tuomet patarčiau „šimtas" skaityti šitaip: „šim-ė-tas-ai". Bet ištarus „šim-ė-tas-ai", būtinai toliau skaityti jau „dvi-de-šimt-vien" ir t.t. Kad atsiminčiau, jog šimtas jau buvo pereitas, aš, sakysime, ištiesiu kairios rankos kumščios nykštį; jeigu pereita jau „du šimtu", tai ištiesiu ir dar smailyžių (bliūdlaižį) ir t.t.

gždžių. Meteoras lekia toliau — stebėtojas skaito ramiai, kaip koks laikrodis toliau. Kada meteoras yra greta kurios ryškios, stebėtojo gerai žinomos žvaigždės, stebėtojas balsiai ištaria atatinkamą sekundą ir įsideda tą sekundą atmintin. Meteoras lekia toliau — stebėtojas skaito toliau. Skaito, skaito... kol meteoras sustos: arba sprogs, arba nusileis užu horizonto (akiračio). Stebėtojas, toliau skaitydamas išima laikrodį, užžiebia elektrinę lemputę ir nūnai įsidėmėja, kelintą sekundą, minutę ir valandą rodo laikrodis skaitant paskutiniąją sekundą. Tuos visus skaičius jis užrašė čia pat tuojau. Vadinasi, jis užrašė: 1) sekundą, kada meteoras buvo greta gerai žinomos žvaigždės, 2) sekundą, kada meteoras sustojo, 3) sekundą, kada sustojo skaitęs, 4) laikrodžio parodytą sekundą, minutę, valandą tuo momentu, kada sustojo skaitęs.

Kodėl jis neužrašo sekundos, kuomet išvydo meteorą? Ogi dėlto, kad stebėtojas visados pradeda skaityti nuo skaičiaus 21.

Tiktai visa tai atlikęs, stebėtojas kiek galima tiksliau dar kartą įsidėmėja punktą, kuriame visų pirma pamatė meteorą, punktą greta gerai žinomos žvaigždės ir sustojimo punktą.

Dabar stebėtojas eina stačiai namon, niekur neužsukdamas. Namon parėjęs tuojau visai smulkiai viską surašo ir gamina reikalingus braižinius. Jeigu stebėtojas turi žvaigždėlapį, — ir ištikrųjų privalėtų jį turėti — tada jis suieško žvaigždėlapy pastebėtus punktus tarp žvaigždžių ir ten daro mažus punktus su minkštu pieštuku taip, kad vėliau su guma galima būtų padarytus punktus lengvai ištrinti. Antrą dieną, kiek galima anksčiausiai, sulygina savo laikrodį arba su stoties viršininko laikrodžiu (ne su stoties laikrodžiu!), jeigu gyvena mieste, kuriame yra geležinkelio stotis; arba sulygina su pašto viršininko laikrodžiu, jeigu gyvenamoje vietoje yra paštas. Jeigu vietoje nėra nei stoties, nei pašto, arba stotis ir paštas yra taip toli, kad antrą dieną negali jų pasiekti, tuomet sulygina laikrodį su radio paskelbtais laikais. Tai yra net geriausias būdas laikrodžiui patikrinti. Juk arba pats stebėtojas, arba kuris jo kaimynas turės radio priimtuvą. Antrą dieną stebėtojas ir pažymi vietą, kurioje stovėjo, kada stebėjo meteorą krintant. Labai patartina sekamą naktį dar kartą eiti į vietą, kurioje stebėjo meteorą, ir dar kartą įsitikinti, ar meteoro lėkimo punktai tarp žvaigždžių ir sustojimo vietos tiksliai užrašyti.

Tai atlikęs, stebėtojas rašys laišką Universitetui. Tame laiške kuo smulkiausiai išklostys viską ir pridės visus braižinius. Būtinai reikia pranešti, kuriuo skaičiumi stebėtojas visados pradeda skaityti. Jeigu sekundų skaičius ėjo per šimtą, tuomet reikia pranešti, kuriuo skaičiumi toliau skaityta. Sakysime: ...aš pradedu skaityti visados nuo 21; po šimto vėl pradedu skaityti nuo 21; aš ištariu skaičius šitaip, sakysime: penk-de-šimt-trys... žodžiu sakant, reikia aprašyti viską kuo smulkiausiai ir ypačiai aiškiai, suprantamai. Aiškumui pasiekti nereikia gailėtis žodžių. Galų gale nereikia užmiršti aiškiu, gražiu raštu parašyti vardas, pavardė ir gyvenamoji vieta. Kuri nauda skaičiuotojui iš to, jeigu stebėtojai parodo, kad moka pasirašyti taip, jog niekas negali įskaityti. Jeigu stebėtojas visa tai gerai atliks, tuomet jis bus atlikęs svarbų mokslingą darbą, ir gyvai patarnavęs mokslui.

Tamstos man sakysite, kad visas šis išaiškinimas padarytas per vėlai. Nes kitas toks didelis meteoras, gal, kris Lietuvoje tiktai po šimto metų. —

Gali būti, kad taip! Bet kas žino? O gal ir būti, kad kris rytoj. Be to, beveik lygiai tokiu pat būdu reikėtų stebėt ir krintančiosios žvaigždės. Ar manote, kad krintančiosios žvaigždės jau visai ištirtos? Anaiptol. Reikia atlikti dar daug darbo. O tam darbui vykinti reikalinga dar daug, labai labai daug davinių. Bet apie krintančiąsias žvaigždes ir jų stebėjimą kalbėsiu kitą kartą. Redaktorius jau ir taip bars mane, kad tiek daug priplepėjau.

Dalyką pabaigiau. Nūnai drįskite ir mėginkite mokslingai dirbti šioje srityje! Matysite, kad šis darbas Tamstoms suteiks tikrąjį laimės jausmą, kurio ligšiol veltui ieškojote bjauriame gyvenimo sukūryje. Stebėdami kilnų, gražų žvaigždėtą dangų, kada nors sulauksite valandėlės, kuomet Dievo Dvasia, ytin malonintėlis vėjelis, glamonės Tamstas. Tuomet ir suprasite, kuriam galui dera mokslas.

Kaunas, Universitetas. *B. Kodatis.*



O tu, varna, varna!

Su keturiais paveikslais.

Varnos visur turi ypatingą vietą žmonių tarpe. Filipinuose varna laikoma protingiausiu iš visų paukščių. Ji esanti taip protinga, kaip žmogus, tiktai kad kalbėti nemokanti. Lietuvoje, rods, varna tokios geros nuomonės apie savo protą neįgijo, nors ir mūsų gyvenime rimtai iškovojo sau vietelę.

Gal niekur ir nėra tiek varnų, kiek jų yra Lietuvoje. Čia jų yra įvairių rūšių: ir kovų, ir kuosų, ir kranklių, ir tikrųjų, arba paprastųjų pilkųjų, varnų. Varnos pas mus lyg koks paukštis su privilegijomis. Jų niekas atsidėjęs nenaikina, kai kur net leidžia joms laisvai ir vaikus išsiperėti, nors lizdų joms, kaip gužučiams, ir nedaro. Ne be to, kad koks piemenukas ar pusbernis, varnos lizdą radę, lyg vogčiomis, jauniklių nenukniauktų, arba „švarą“ bei „tylą“ mėgstantieji laikinosios mūsų sostinės gyventojai anksti pavasarį kovų lizdų negailestingai neišdraskytų. Bet vis tai tik mažmožis. Tai, taip sakant, tik nelaimingi atsitikimai varnų šeimos gyvenime. Faktas pasilieka, kad mes varnas mėgstame, o gal net ir mylime, kaipo savo šalies nuolatinius gyventojus. Ypačiai varnas mėgsta mūsų ūkininkai ir kiti sodžiaus bei miestelių gyventojai.

Ir kaip varnų nemėgti? Juk tai didokas, beveik pusvištės didumo paukštis, kuris anksti pavasarį mūsų artoją arti ragina, o rudenį sykiu su juo, lyg apgailestauja, kad jau žiemos rūpesniai artinas. Žiemos metu nespėjai ko nors atlikusio nuo stalo laukan išmesti, žiūrėk varna beveik pirmutinė ir kedena išmestuosius dalykus. Netik viena, bet kelios sulekia. Čia jos gaudo, valo, ėda sykiu su mažesniais paukščiais ir su savo giminaičiais, kai kada net ir apsipešdamos. Be jokios didystės. Kaip gi tokius paukščius nepamėgti.

Varna tai juk beveik pusnaminis paukštis. Tiesa, ji negyvena mūsų prieangyje kaip vištos kad gyvena, tačiau nuo namų ji neatsitolina. Kuosos net kamine gali susisukti sau lizdą ir čia savo jauniklius išsiperi. Tikrosios varnos, tiesa, prie namų neperi, bet ju giminaičiai kovai būtinai veržias į mūsų miestų, miestelių ir net kaimų didesnius medžius lizdų sukti. Vadinas, jie, lyg jaučia, kad mes jų nors ir nemėgstame, tai bent pakenčiame, o kiti

jų priešai, mūsų bijodami, jų lizdų naikinti neateina. Ir taip išaugina jie dideles šeimynas. Kas nėra buvęs rudenį Šiauliuose, maždaug apie Spalių mėn. pradžią, tas netikės pasakojimams apie kovų skaičių, kuris ten susirenka tuo laiku. Ne šimtai, bet tūkstančiai jų sulekia. Rėkia, šaukia, nerymastauja, tarytum gailis palikti savo gimtinę šalį. Lyg tikrieji emigrantai. Kiek laiko paūžę, jie išlekia į šiltesnes vietas ir tik pavasariop tegrįžta atgal.

Pilkosios varnos pasilieka pas mus per žiemą gyventi. Jos lakioja aplink namus, bet laikosi nuo mūsų šiek tiek atokiau. Vadinas, ne visai žmogumi pasitiki. „Aa, girdi, aš čia gyvenu, tai gyvenu; šie žmonės, rodos, ir netaip jau blogi, tačiau visai jais pasitikėti negalima. Štai mano kūmutės vaikai iš lizdo kažkur pražuvo. Ji, sako, girdi, net mačius, kaip pusbernis juos susidėjęs į skverną virtuvėn nuėjo ir ten jie pranyko, kaip sapnas. Štai kitos mano pažįstamulės, net viena mano tikra sesutė paskrido kiek toliau į pamarį ir negrįžo. Kitai, štai, piemuo akmeniu galva suskaldė. Girdi, geri, tai geri čia žmonės, tačiau yra atsargiau nuo jų iš tolo gyventi". Taigi, varna ir vaikščioja ir skrajoja atokiai; saugojas, kad per arti neprieitų prie žmogaus ir jo padermės.



1 pav. Kuršių Nėrijos varnų gaudytojas priraišioja savo iš namų atsineštas varnas svetimoms varnoms privylioti.

Nei mes ginsime, nei kaltinsime čia piemenų ar pusbernių. Jie jauni, nieko bloga nemanydami, gal ir padaro ką nemalonaus ne tik varnoms, bet ir kitiems paukščiams. Tačiau reikia paimti domėn vieną varnų nusiskundimą, būtent, kad tos, kurios drįsta toliau į pamarį nuskristi, retai tegrįžta. Faktas yra, kad dauguma jų ten žūsta. Ir dar kaip žūsta! Nejučiomis, apgaulingai.

Prie Baltijos jūrių, tarpe jūrių ir (Kuršių) marių yra ilgas siauras žemės plotas vadinamas Nėringa, arba Nėrija. Nėrijoj, vienur kitur pamaryje

išsimėtę gyvena žvejai kuršiai. Įdomūs tai žmonės. Jie yra lietuvių tautos artimi giminaičiai. Namie jie kalba kursiškai, mieste vokiškai, o bažnyčioje lietuviškai. Jie yra žvejai, ir visą metą žuvauja. Be žuvavimo, jie dar sodina kiek daržovių, laiko vieną kitą gyvulį, — na ir gyvena sau žmoneliai. Gyvulių nedaug telaiko, taigi ir mėsos nedaug teturi, o dar ir tos reikia į miestą nuvežti parduoti, sau maža kas belieka. Per ištisus metus mėsos jie maža tevalgo. Gal dėlto jie ir tvirti kaip ąžuolai, bet lėto būdo. Jie naktimis žuvauja, o dienomis miega; taigi jie ir išrodo visuomet lyg neišsimiegoję. Tačiau čia ne apie tai noriu kalbėti; taigi, jų pobūdžius palikę, eikime prie varnų.

Beveik per metus žvejai be mėsos gyvendami jos pradeda pasiilgti. Jie nusiperka jos kiek iš Šilutės ir iš Klaipėdos; bet pirkta mėsa negi ilgai gyvensi. Rudeniop, kada visi lietuviai, žemaičiai ir broliai klaipėdiškiai kasdieną valgo dešras, košelieną ir kitus mėsinius skanėsius, užeina noras ir žvejams palėbauti.



2 pav. Varnų gaudytojas, pasislėpęs už šakų laužo, laukia atlekiant varnų.

Pasižvalgo žvejys vienon pusėn, pasižvalgo kiton, pasitaria kuršiškai su savo žmonele ir, kirvį po juostą pasibrukęs, eina į kopose augantį pušynėlį šakų genėtų. Gink Dieve, žvejys niekam žalos nedarys. Jis labai dievobaimingas krikščionis, evangelikas, viską daro taip, kad nesipriešintų Bibeliui, o tuo ir pačiam Dievui. Taigi, ir į pušyną nuėjęs, tik gražiai šakų prisigeni ir daugiau nieko.

Prisigenėjęs šakų, žvejys susmeigia į žemę keletą mietų, viršuje juos suriša, spygliuotomis šakomis iš oro mietus užkloja ir tuo būdu jis labai pigiai pasidaro sau palapinę. Toje palapinėje jis gali pasislėpti ir nuo vėjo, ir nuo akių. Visa tai padaręs, jis nesėdi. Jis darbininkas, ne vasarotojas!

Jis grįžta namon, pasiima keletą varnų, kurias jis per visą vasarą ląstose jaukino bei penėjo ir atsinešęs pas ką tik pasidirbdintą palapinę, pririšioja jas prie žemėje įsmeigtų virbalų, pamėčioja joms užtektinai žuvies, kurios jis visuomet turi atliekamos, pasideda tinkamai sutvarkytą tinklą ir visa tai padaręs, lenda į savo palapinę ir kantriai laukia atlekiančių varnų (žiūr. 1 ir 2 pav.).

Kuršiai yra labai ramūs ir kantrūs vyrai. Taigi, ir žvejys nesikarščiuoja. Jis sėdi ir kantriai laukia varnų. Neatlėkė jos po valandos, atlėks po kitos. O atlėkti jos vis dėlto atlėks. Ir kodėl joms neatlėkti? Štai tyli kopose vieta, štai būrelis kitų varnų, kurios, sau, matyt, ramiai vaikštinėja, štai ir nudvėsusios žuvies kvapas. Žodžiu, viskas kaip reikia, ir varnelę lyg masinte masina. Jokio pavojaus čia varna sau nemato.

O varna — vis varna. Jai visa tai nauja, viskas masina ir nei į galvą neateina, kad tos ramiai lesinėjančios varnos yra varnos tik savo kūnu, o ne siela, taip sakant. Jos nemato už pušinio laužo žmogaus, kuris gali lengvai užmesti ant jų tinklą. Kad ir kyla tokia abejonė, tai betgi ją greitai pašalina alkis. Juk jau ruduo, maisto jau visur maža, o šaltame ore daugiau reikia ir lesti. Skilvys traukiasi, grobas grobą ryja. Nėra kada bijoti visų pavojų, o ypačiai nematomųjų pavojų. Ir viena po kitos varnelės leidžiasi ant žemės žuvies rinkti. Jos nespėja nei nusileisti, kaip tinklas tik lept ir nukrinta iš viršaus. Tada jos pamato, kad čia blogai, bet jau pervėlu.



3. pav. Sugautai varnai daroma galvos perkandimo „operacija“.

Kaip tik tinklas užkrinta, žvejys eina iš palapinės varnų rinkti. Nelengvas tai darbas. Juk gyvų varnų namon neneši. Reikia jas nudobti. Kaip gi jas geriausiai nudobsi. Muši kokiu nors kietu daiktu, be reikalo tik visą kūną sudaužysi, suksi galvą — sužeisi kaklą, kraujo pritaškysi, o paskui kitų varnų jau niekaip neprivilyosi. Jos savo kraują, sako, labai užuodžiančios. Be to, kas ten ilgai su joms terliosis. Taigi, žvejys ima iš po tinklo gyvą varną viena ranka už galvos, kita už uodegos ir išėmęs dantimis kanda jos pakaušį kaip tik toje vietoje, kur sueina galvos ir nugaros smagenys (žiūr. 3 pav.). Varna susiparaližuoja, netenka jausmo, nors tikrenybėje ji dar tebėra ir gyva. Ji nugaišta, kai žvejys ją neša namon (žiūr. 4 pav.), kartais ir namie.

Geru laiku, kada varnų yra daug, per dieną žvejys tuo būdu gali prigaudyti varnų daugiau, negu jam reikia. O tol, kol tik varnų yra, jis



4. pav. Varnų gaudytojas grįžta namon su laimikiu.

gali gaudyti kasdieną. Varnos tuo metu tebėra dar riebios ir skanios. Žvejys ir jo šeimyna valgo varnieną diržus atsileisdami. Ko patys nesuvalgo, veža į Klaipėdą ar į Karaliaučių, destis, prie kurio miesto žvejys arčiau gyvena. Taigi, valgo varnieną ne tik pats žvejys, bet jos tenka ir miestelėnams. Tik mieste jau varna netenka savo vardo; ją čia parduoda už balandį. Kai Klaipėdoje ir Karaliaučiuje varnų per daug prineša, tai iš čia jas pasiunčia į kitus miestus.

Taigi, ir žvejys sotus bei pinigingas, ir miestelėnai patenkinti. Tik vienos Lietuvos varnelės namie pasilikusios veltui laukia savo sesučių iš pamario grįžtant. Ilgai nesulaukdamos, pradeda lyg ką negera nujausti, taigi ir žiūri su nepasitikėjimu, kad ir į ramiausį namie esantį pilietį. „O kas žino? Rodos, jis neblogas žmogus, bet į jo vidų neįlysi. Geriau nuošaliai nuo jo laikytis. Atsarga gėdos nedaro...“

P. B. Šivickis.

R e d a k c i j o s p a a i š k i n i m a s. Mūsų skaitytojams gerai pažįstamas profesorius P. B. Š i v i c k i s šių metų vasarą plačiau pasižvalgė po Lietuvą mokslininko biologo akimis ir apie gautuosius įspūdžius bei radinius dabar pradėjo dalintis su „Kosmo“ ir „Gamtos Draugo“ skaitytojais. Čia įdėtas pirmasis jo straipsnis yra sudarytas iš įspūdžių ir patyrimų atlankius jam Kuršių Nėriją, t. y. tą vietą, kuri ir šiaip turi didžiausios reikšmės ornilogijoj (paukščių tyrimo mokslas), kaip vieškelis, kuriuo rudeny keliauja daugybės paukščių iš šiaurės į pietus, o pavasary grįžta atgal. (Senieji „Kosmo“ skaitytojai jau tą vietą šiuo atžvilgiu pažįsta, o su „Gamtos Draugo“ skaitytojais apie tai plačiau pašnekėsime gavę kitos progos).

Redakcijai atsiųsta

Elementarinis Kokybinis Analizis. Parašė Filypas Butkevičius, Lietuvos Universito Neorganinės chemijos e. o. profesorius. Kaunas 1929, VIII + 468 pusl. 8⁰. Tekste 21 fig. (Lietuvos Universiteto Matematikos-Gamtos Fakulteto leidinys).

Die scheinbare Helligkeitsverteilung auf der Sonnenscheibe. Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der Georg-August--Universität Göttingen vorgelegt Von Antanas Juška aus Gelažiai (Litauen). Göttingen 1929, 28 pusl. 8⁰.
(Veröffentlichungen der Universitäts Sternwarte zu Göttingen, herausgegeben von dem Direktor A. Kienle. Heft 7).

„Dirvos" Bendrovės leidiniai.

Inz. K. Šakenis. **Fizika.** I dalis. Įžanga. — Mechanikos pradžia. — Kieti kūnai. — Skysčiai. — Dujos. — Pagrindinės žinios iš chemijos. — Šilima. — Metereologijos dalykai. — Ketvirtasis papildytas leidimas. Kaunas-Marijampolė 1929 m. 192 pusl. 8⁰ su 220 pieš. ir meteorologiniu žemėlapiu. Kaina 4,50 lt.

J. Baronas. **Gamtos pradžiamokslis.** Gyvoji gamta: Žmogaus kūnas. Antrasis pataisytas leidimas. Kaunas-Marijampolė 1928 m. 136 pusl. 8⁰ su 114 pav. Kaina 3,50 lt.

Stasys Kuzminskas. **Buhalterijos kursas.** Pirmoji dalis. Kaunas-Marijampolė 1929 m., 202 pusl. 8⁰, Kaina 4 lt.

Viktoras Bridžas. **Žmogus iš niekur.** Romanas. Vertė P. Šileika. Kaunas-Marijampolė 1929 m. 196 pusl. mažo 8⁰. Kaina geresniu popieriu 3 lt.

Vaižgantas. **Dėdės ir dėdienės.** (Vaižganto Raštų X tomas: Mišrieji vaizdai. III dalis. Belestristika). Kaunas-Marijampolė 1929 m. 216 pusl. mažo 8⁰. Kaina 5 litai. — Šis kan. Tumo raštų tomas yra išleistas jo autoriaus 60 metų amžiaus sukaktuvėms (1929. IX. 20) paminėti ir papuoštas autoriaus fotografijomis bei šiaip paveikslais iš jo gyvavimo. Be to, pradžioj eina prof. Mykolaičio įvedamasis straipsnis „Šviesioji Vaižganto kūryba" (pusl. 7—32). Patį tomo turinį sudaro ne vienas ištisas dalykas, bet atskiri trumpesni ar ilgesni dalykėliai, suskirstyti į grupes, kurios šiaip pavadintos: „Dėdės ir dėdienės" (p. 33—140), „Ar jau medžiai sprogsta?..." (p. 141—167), „Išgama" (vienas dalykėlis p. 168—188), „Iš atsiminimų" (p. 189—215). — Gražus leidinys.

S. Minclovas. **Lietuvos giriose.** Vertė A. Tarvydas ir S. Tarvydas. Kaunas-Marijampolė 1929, 170 pusl. mažo 8⁰. Kaina 2,75 ct., kietais viršeliais 3 lt. — Kiekvienam lietuviui skaitytina knyga, kurioj atskleidžiamas senovės lietuvių didvyriškas gyvenimas ir senobinės Lietuvos gamtos didingumas.

„Sakalo" B-vės leidiniai.

Gyd. J. Maciūnas. **Trumpas higienos vadovėlis.** Aukštesniosioms ir vidurinėms mokykloms. Kaunas 1929, 112 pusl. Kaina 3 lt.

Karl May. **Per dykumą.** Kelionių apysaka. III tomas. Iš originalo išvertė J. Vadeikis. Vertimą kalbos atžvilgiu žiūrėjo J. Talmantas. Kaunas 1929, 268 pusl. mažo 8⁰. (Pažinkime Žemę Nr. 5).

Giovanni Papini, **Kristaus istorija**. Iš ita
P. Mačiulis. Pirmoji dalis. Kaunas 1929, 232 pus
(„Žinijos" Bendrovės leidinys). Puikų įdėlį į mūsų, puikiais kuriniais labai negausingą, knygų lobį įdėjo leidėjai, išleisdami šią visame pasauly išgarsėjusią didelio konvertito (atsivertėlio) knygą.

Kun. P. Kirvelaitis, **Katalikų Dorovės Mokslas**. Vadovėlis aukštesniajai mokyklai. Marijampolė 1929, 88 pusl. 8°. Kaina 3 lt. (Marijonų Vienuolijos leidinys).

Herder'io ir C° leidiniai.

Pollog, Dr. Carl Hanns, **Das Wetter**. Mit 29 Textbildern und 4 farbigen Tafeln (Der Weg zur Natur. Gemeinverständliche Darstellungen aus dem Reich der Natur) 8° (XII+178 pusl.). Freiburg im Br. 1929, kietais viršeliais kaina Mk. 4,20, apd. Mk. 4,80.

Tai naujausias popularus vokiečių kalba meteorologijos vadovėlis, kuriame supažindama su orotyros reiškiniais ir būdais (metodais) juos tyrinėti. Tekstas pavaizduojamas paveikslais, o keturiuose spalvotuose paveiksluose gyvai atvaizduoti aštuonetos tipingų debesų pavidalų. — Mokantiems vokiškai šią popularią meteorologiją nuoširdžiai rekomenduojame.

Hauer, Josef, **Die Kleintierwelt unserer Seen, Teiche und Bäche**. Mit 82 Texbildern und einer Tafel. 8° (X+154 pusl.). Freiburg i. Br. 1919; kietais viršeliais Mk. 4,20, apd. Mk. 4,80.

Tai taip pat tos pačios serijos („Kelias į gamtą") knygelė, kuri skaitytoją vedžiojasi paupiais, paprūdžiais ir paežeriais, rodydama jam visus ten sutinkamus įvairios rūšies ir įvairaus pavidalo smulkius gyvūnėlius, kaip antai, pirmuonius ir ratelinius, planktono vėželius, polypus ir dieles, straiges, kriaukles ir vandens avižes, o taip pat ir jų tarpusavio ryšį biologijos šviesoj. Pageidautina, kad ir apie Lietuvos vandenų smulkiąją fauną tokių knygelių susilauktume. Jų pirmoj eilėj lauktume iš prof. P. B. Šivickio, kuris jau yra pradėjęs šią, iki šiol dar, rodos, niekeno neliestą, mūsų faunos sritį tyrinėti, ir netrukus žada kai ką iš šios srities paskelbti, ko Vakarų mokslas dar nežinojo.

„Šviesos" spaustuvė, Kaunas, Jakšto gatvė Nr. 2 Tel. Nr. 20-95.